UBIRATAN D'AMBROSIO

ETNOMATEMÁTICAS

Entre las tradiciones y la modernidad

UNIVERSIDAD DE QUERETARO

DIAZ DE SANTOS

Segunda edición: 2013

© Ediciones Autentica, Belo Horizonte
© Universidad Autónoma de Guerrero
© Ediciones Díaz de Santos

Reservados todos los derechos.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Ediciones Díaz de Santos
C/ Albasanz 2, 28037, Madrid, España
ediciones@diazdesantos.es
http://www.diazdesantos.es/

Ediciones D. D. S. México
Elisa 161, Col. Nativitas, C. P. 03500
Delegación Benito Juárez, México, D. F.
jnicasio@diazdesantosmexico.com
http://www.diazdesantosmexico.eom.mx/

ISBN: 978-84-9969-457-3 [Díaz de Santos)

Traducción: Jaime Arrieta Vera y Carmelinda García.
Corrección ortográfica y de estilo: Adriana Guerrero Tinoco.
Diseño de portada e interiores: Aarón González Cabrera.

Fecha de edición: Julio del 2013.
Impreso y hecho en México

En este libro, Ubiratan D'Ambrosio presenta sus más recientes pensamientos sobre Etnomatemáticas, una tendencia de la cual él es uno de los fundadores. La obra propicia en el lector un análisis del papel de la matemática en la cultura occidental y de la noción de que la matemática es sólo una forma de la Etnomatemática. El autor argumenta cómo es que el análisis desarrollado en el libro es relevante para el aula, también discute diversos trabajos del área desarrollados en el país y en el exterior.

MARCELO C. BORBA*

* Coordinador de la colección "Tendencias en Educación Matemática". Es licenciado en Matemática por la UFRJ, maestro en Educación Matemática por la UNESP, Río Claro/SP, es doctor en la misma área por la Cornell University, Estados Unidos. Actualmente es profesor del Programa de Post-Graduados en Educación Matemática de la UNESP, Río Claro/SP.

Índice

11 Presentación de la segunda edición en español

13 Introducción

17 Capítulo 1. ¿Por qué etnomatemática?

17 Antecedentes
19 ¿Por qué etnomatemática?
22 El Programa Etnomatemática
24 La noción de cultura
25 Alimentación, espacio y tiempo
30 El hacer matemático en lo cotidiano

35 Capítulo 2. Las diversas dimensiones de la etnomatemática

35 La dimensión conceptual
37 La dimensión histórica
39 La dimensión cognitiva
44 Los desafíos de lo cotidiano
46 La dimensión epistemológica
49 La dimensión política
53 La dimensión educativa

61 Capítulo 3. La dimensión cognitiva: conocimiento y comportamiento

61 Conocimiento y acción
66 Ir más allá de la supervivencia
68 De lo individual a lo colectivo
73 Etnomatemática
77 Escuela y currículo
80 La transición del siglo XX al siglo XXI

83 Capítulo 4. Etnomatemática en la civilización del cambio

83 El carácter holístico de la educación
84 En dirección a una civilización planetaria
88 La universalización de la matemática
92 Matemática contextualizada
95 El encuentro entre culturas
99 Las diversas dimensiones de la paz

105 Apéndice

105 Relación de disertaciones y tesis recientes

111 Bibliografía

118 Filmes/Videos
118 Sitios electrónicos

61 Capítulo 3. La dimensión cognitiva: conocimiento y comportamiento

61 Conocimiento y acción
66 Ir más allá de la supervivencia
68 De lo individual a lo colectivo
73 Etnomatemática
77 Escuela y currículo
80 La transición del siglo xx al siglo XXI

83 Capítulo 4. Etnomatemática en la civilización del cambio

83 El carácter holístico de la educación
84 En dirección a una civilización planetaria
88 La universalización de la matemática
92 Matemática contextualizada
95 El encuentro entre culturas
99 Las diversas dimensiones de la paz

105 Apéndice

105 Relación de disertaciones y tesis recientes

111 Bibliografía

118 Filmes/Videos
118 Sitios electrónicos

::: Presentación de la segunda edición en español

La obra de Ubiratan D'Ambrosio en etnomatemáticas, de la que es uno de los fundadores, es vasta, se remonta a la década de los ochenta. En *Etnomatemáticas. Entre las tradiciones y la modernidad,* logra plasmar, con magistral claridad, una síntesis de su ,'1bra. El libro, originalmente escrito en portugués, data de 2001, sin embargo, conserva su singular frescura y actualidad.

El profesor Ubi, como cariñosamente le llaman sus estudiantes y colegas, ha sido multipremiado dentro y fuera de Brasil. Destaca la Medalla Felix Klein otorgada por la Comisión Internacional de Instrucción Matemática (ICMI, por sus siglas en inglés) en 2005 y el Premio Kenneth 0. May, por la Comisión Internacional para la Historia de las Matemáticas (ICHM, por sus siglas en inglés) en 2001.

Hoy día, Etnomatemática es una corriente en educación matemática de singular importancia en América y un referente en casi todo el mundo. Su obra trasciende la educación matemática y ahora se habla también de etnociencia. De igual manera, la formación de investigadores trasciende las fronteras de Brasil y sus producciones se publican en diferentes lenguas. La fundación del International Study Group on Ethnomathematics/ISGEm, en 1985, incrementa la difusión de sus investigaciones.

Ubiratan *ve* matemáticas en donde la ortodoxia de la academia no veía. Con sus trabajos, contribuye no sólo a fortalecer la diversidad de epistemologías de la Matemática, sino también a la diversidad cultural. No es una sola matemática, son Matemáticas, la matemática es sólo una forma de la Etnomatemática.

Etnomatemáticas. Entre las tradiciones y la modernidad, en español, viene a fortalecer los trabajos de investigadores de Educación Matemática de habla hispana, diversificando sus miradas e incorporando elementos relevantes de nuestra cultura latinoamericana. Sin duda, fortalece la labor del docente al proveer de una visión sensible y humana a los problemas de nuestros pueblos y al entendimiento de por qué la educación actual ha llegado a ser como ahora es. La tendencia Etnomatemática contribuye a la conformación de la identidad latinoamericana en educación matemática.

En general, éste es un libro que aporta al lector un gran acervo cultural, pues la visión de la matemática de Ubiratan está enraizada en la cultura, en el quehacer diario de las diferentes comunidades y en las preocupaciones del futuro de la humanidad.

DR. JAIME ARRIETA VERA[1]

México, Distrito Federal, marzo de 2013.

[1] Dr. Jaime Arrieta Vera, profesor-investigador de la Unidad Académica de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Guerrero, México.

:: Introducción

En el presente libro procuro dar una visión general de la etnomatemática, centrada sobre todo en los aspectos teóricos. La etnomatemática es considerada hoy en día como una subárea de la historia de la matemática y de la educación matemática, con un vínculo, muy natural, con la antropología y las ciencias de la cognición. El nombre de esta disciplina hace evidente la dimensión política de los temas que la ocupan.

Etnomatemática es la matemática practicada por grupos culturales, tales como comunidades urbanas y rurales, grupos de trabajadores, grupos de profesionales, niños de cierta edad, sociedades indígenas y otros que se identifican por objetivos o tradiciones comunes.

Además de ese carácter antropológico, la etnomatemática conlleva un indiscutible carácter político. La etnomatemática está impregnada de ética, centrada en la recuperación de la dignidad cultural del ser humano.

La exclusión social violenta la dignidad del individuo, que en muchos casos surge a partir de las barreras discriminatorias establecidas por la sociedad dominante, aun —y principalmente- en el sistema escolar. Pero también ocurre cuando se juzga la vestimenta tradicional de los pueblos marginados, se alimentan las fantasías que consideran a los mitos y religiones como un asunto folclórico y se criminalizan las prácticas médicas de dichos grupos. Incluso

ocurre por hacer de sus prácticas tradicionales y de su matemática simple curiosidad, cuando no motivo de burla.

Por subordinar las disciplinas y el propio conocimiento científico al objetivo mayor de priorizar al ser humano y a su dignidad como entidad cultural, la etnomatemática, las etnociencias en general, y la educación multicultural, son objeto de críticas de algunos, como resultado de la incomprensión, y de otros, resultado de un proteccionismo perverso. Para éstos, la gran meta es el sostenimiento del *status qua,* maquillado con el discurso engañoso de la inalterabilidad de la calidad.

Esta obra, en cierta forma, es una continuación de las ideas expuestas en mi libro *Etnomatemática. Arte y técnica de explicar y conocer* (Sao Paulo, 1990). Varios de mis trabajos más recientes en el área están disponibles en el sitio: <http://sites.oul.com.br/vello/ubi.htm>.

Los estudios de etnomatemática se han intensificado desde hace cerca de 15 años, cuando fue fundado el International Study Group of Etmomathematics/ISGEm, con una amplia participación internacional. El ISGEmestimuló, reconoció y divulgó investigaciones en etnomatemática. El *ISGEm Newsletter/Boletin del /SGEm* es publicado bianualmente en inglés y español desde agosto de 1995, bajo la responsabilidad de Patrick J. Scott y, a partir de 2000, por Daniel Ness y Daniel Orey; La colección de los 13 primeros años de publicación, 26 números compendiados, constituye la obra más amplia disponible sobre esta nueva área de investigación. Incluye reseñas de trabajos y libros, reportes de investigaciones, noticias de eventos, sugerencias metodológicas, en fin, todo lo necesario para adentrarse en nuestra área. Los boletines, en español y en inglés, y otras informaciones, están disponibles en el sitio: <http://www.rpi.edu/-eglash/isgem.htm>.

Se han realizado varios eventos de etnomatemática, entre los que se cuentan las sesiones regulares en el International Congress of History of Science, que se reúne cada cuatro años en el International Congress of Mathematics Education, que también se efectúa

cada cuatrienio, *y* las reuniones anuales del National Council of Teachers of Mathematics, de Estados Unidos. Se ha realizado el Primer Congreso internacional de Etnomatemática, eh Granada, España, en 1998 (el segundo fue en Oro Negro, MG, en 2002) *y* el Primer Congreso Boliviano de Etnomatemáticas, en Santa Cruz de la Sierra (Bolivia, 1999), así como el Primer Congreso Brasileño de Etnomatemática (Sao Paulo, 2000). Estos tres congresos ya publicaron sus actas.

Varias disertaciones *y* tesis fueron defendidas en universidades de varios países, incluso en Brasil, teniendo la etnomatemática como tema central. La prestigiosa revista *The Chronicle of Hiqher Education* abrió un debate sobre etnomatemática en el sitio: <http://chronicle.com/ colloquy/2 000/ ethomath/ ethnomath.htm>.

Todo esto justifica que se conciba a la etnomatemática como un nuevo campo de investigación en el escenario académico internacional, no se trata de una moda pasajera.

No haré un balance de la situación de la etnomatemática. Además de recordar el *Newsletter/Boletín del ISGEm,* ya mencionado en esta introducción, recomiendo una colección de trabajos que muestran lo más relevante de lo que se hace en etnomatemática en todo el mundo: *Ethnomathematics. Challenging Eurocentrism in Mathematics Education (*eds. Arthur B. Powell *y* Marilyn Frankenstein, SUNY Press, Albania, 1997). En este libro, Paulus Gerdes escribe el texto "Survey of Current Work in Ethomathematics", donde realiza un balance hasta 1997.

Igual relevancia tiene el libro *Mathematics Across Cultures. The History of Non-Western Mathematics* (Selin, 2000), centrado en el proceso histórico que nos ocupa.

En portugués existen varias publicaciones, incluso disertaciones *y* tesis; sobre la etnomatemática, las cuales se mencionan en el apéndice, notas al pie de página *y* en varios capítulos de este libro.

::: Capítulo I. ¿Por qué etnomatemática?

Antecedentes

Las grandes expediciones navales sintetizan el conocimiento no académico de la Europa del siglo XV. Aunque se sabe que los universitarios portugueses tuvieron alguna participación en los descubrimientos de nuevas tierras, en las universidades y las academias de los demás países europeos, los hallazgos de los viajeros vinieron en cierta forma a sorprender al pensamiento renacentista. El conocimiento matemático de la época, fundamental para las expediciones, no puede ser identificado como un cuerpo de conocimiento. Se encuentra en varias direcciones, en grupos de la sociedad con objetivos distintos.[1]

No obstante que los primeros grandes viajes y la proeza de circunnavegar el globo terrestre fueron de España y de Portugal (Cristóbal Colón, 1492; Vasco da Gama, 1498; Pedro Álvares Cabral, 1500, y Fernando de Magallanes, 1520), en poco tiempo las demás naciones europeas reconocieron las ventajas económicas y políticas de la expansión, y una nueva visión del mundo fue incorporada al ambiente académico europeo, lo que contribuyó decisivamente al desarrollo de la ciencia moderna.

[1] D'Ambrosio, Ubiratan, "A matemática na época das grandes navegacóes e início da colonizacáo", *Revista Brasi/eira de História da Matemática*, vol. l, núm.l, 2001.

Hubo sorpresa y curiosidad en toda Europa por las nuevas tierras y por los nuevos pueblos. El imaginario europeo se vio estimulado por los descubrimientos, sobre todo por el hallazgo del continente americano, el Nuevo Mundo. El Viejo Mundo, Euroasia y África, era conocido por los intercambios culturales y económicos, además, por las narraciones de los historiadores de la Antigüedad que datan de miles de años atrás. Por esto es que esos pueblos y esas tierras despertaban menos controversias. Lo desconocido estaba en el Nuevo Mundo.

Los cronistas portugueses y españoles son los autores de literatura importante que describe la naturaleza, los fenómenos y los pueblos encontrados. El relato de otras formas de pensar, encontradas en las tierras visitadas, es vasto. Siempre destacando lo exótico, lo curioso. Particularmente interesante es cómo el otro, el nuevo hombre, es visto en la literatura. Un ejemplo de ello es *A Tempestade,* de Shakespeare.[2]

El reconocimiento de otras formas de pensar como sistemas de conocimientos es tardío en Europa. En pleno apogeo del colonialismo, hubo un gran interés de las naciones europeas por conocer otros pueblos y tierras del planeta. Surgieron las grandes expediciones científicas. Se desarrolló en los siglos XVIII y XIX una polémica sobre la "inferioridad" del hombre, de la fauna y de la flora, así como de la propia geología, del Nuevo Mundo.[3]

De las grandes expediciones científicas, la que produjo mayor impacto tal vez ha sido la de Alexander Von Humboldt (1768-1859), que, ya en edad avanzada, sintetizó su visión de un universo armónico en su obra *Cosmos.* Humboldt es explícito en su adhesión al racionalismo eurocéntrico:

[2] Un interesante estudio de la presencia del Nuevo Mundo en la literatura, centrada en el conocimiento científico, es el libro de Denisse Albanese, *New Science, New World,* 1996.

[3] Gerbi, Antonello, *O novo mundo. História de uma polêmica (1750-1900),* 1996.

es a los habitantes de una pequeña sección de la zona templada [del planeta] que el resto de la humanidad debe la primera revelación de una familiaridad íntima y racional con las fuerzas que gobiernan el mundo físico. Además de eso, es de la misma zona (que es a1"arentemente más favorable a *los progresos de la razón, a la delicadeza de los modales y a la convicción de la libertad pública)* de donde los gérmenes de la civilización fueron trasladados hacia las regiones de los trópicos[4] (las cursivas son mías).

El énfasis anterior revela una aseveración, intrínseca al Nuevo Mundo, de la "incivilidad" encontrada, justificando así una misión civilizadora del inmigrante. No nos olvidemos de que *Cosmos* fue un *best-sel/er,* traducido ampliamente en Europa. Los inmigrantes, llegando con una misión civilizadora, difícilmente podrían reconocer la cultura local, una mezcla de las culturas de los primeros colonizadores con las culturas de los indígenas y de los africanos traídos como esclavos.

¿Por qué etnomatemática?

Basta observar que la lengua más hablada en Brasil, a la llegada de los colonizadores, era una variante del tupí. La opinión de que existe incapacidad para organizar un sistema político tiene mucho que ver con el esquema político que se implantó en las américas tras la independencia. La diferencia esencial entre la independencia de Estados Unidos y la de los demás países del Nuevo Mundo es una cuestión fundamental, señalada por el historiador Herbert Aptheker, cuando dice que la revolución americana fue, de hecho,

[4] Humboldt, Alexander von, *Cosmos. A Sketch of the Physical Description of the Universe,* vol. l, 1997, p. 36. Este libro fue un *best-seller* cuando fue publicado.

una revolución inglesa que tuvo lugar en el trasatlántico. La formación de las naciones americanas tras la independencia tiene características muy diferentes.

Volviendo a Humboldt, él no deja de reconocer que en los demás pueblos del planeta hay algo fundamental que diferencia sus conocimientos y comportamientos de aquellos que tienen sus orígenes en las civilizaciones mediterráneas. En el propio *Cosmos* se lee:

> Encontramos, incluso en las naciones más salvajes (como mis propios viajes permiten testificar) un cierto sentido vago, aterrador, de la poderosa unidad de las fuerzas naturales y de la existencia de una esencia invisible, espiritual, que se manifiesta en esas fuerzas ... Podemos aquí vislumbrar la revelación de un pacto de unión, asociando el mundo visible y aquel mundo espiritual más elevado que escapa al alcance de los sentidos. Los dos se tornan inconscientemente unidos, desarrollándose en la mente del hombre, como un simple producto de concepción ideal e independientemente de la ayuda de la observación, el primer germen de una *Filosofía de la Naturaleza.* [5]

Al término de la Primera Guerra Mundial, un filósofo alemán, Oswald Spengler (1880-1936), propuso una filosofía de la historia que intentaba entender el Occidente bajo un nuevo enfoque, viendo la cultura como un todo orgánico. El libro *La decadencia del Occidente. Formas y realidades,* publicado en 1918, fue seguido de un segundo volumen: *La decadencia del Occidente. Perspectivas de la Historia universal,* publicado en 1922. Ambos textos fueron retirados de circulación en 1933. Esa obra, de carácter enciclopédico, abrió nuevas posibilidades para entender la naturaleza del pensamiento. Spengler dice:

> Se sigue de esto, una circunstancia decisiva, que hasta cfhora, escapa a los propios matemáticos. Si la matemática fuese una mera ciencia,

[5] *Ibídem,* p. 37.

como la astronomía o la mineralogía, sería posible definir su objeto. Pero no hay una sola matemática, hay muchas matemáticas.

> Lo que llamamos historia "de la" matemática, supone la aproximación progresiva a un ideal único, inmutable, convirtiéndose en la realidad luego de que se aleja de la falsa imagen de la superficie histórica, que es una pluralidad de procesos independientes, completos en sí; se convierte en realidad luego de alejarse de una serie de emergencias de mundos de formas, distintos y nuevos, que son incorporados, transformados y abolidos; dando lugar a un florecimiento puramente orgánico, de duración fija, seguido de fases de madurez, de decadencia y de muerte.[6]

Spengler procura entender la matemática como una manifestación cultural viva, llegando a decir que las catedrales góticas y los templos dóricos son matemática petrificada. Spengler se declara admirador del pensamiento de Goethe, criticado por Humboldt, y ve a la matemática en total integración con las demás manifestaciones de una cultura.[7]

Aunque se refiere exclusivamente a Occidente, las ideas de Spengler sirven de aliento para examinar la matemática de otras culturas.

El siglo xx ve el surgimiento de la antropología, la cual presta mucha atención al entendimiento de los modos de pensar de otras culturas. Pero tal vez, los primeros reconocimientos explícitos de otros racionalismos y sus implicaciones pedagógicas se deben al destacado algebrista japonés Yasuo Akizuki en 1960.

[6] Spengler, Oswald, *A decadencia do Ocidente. Esboce de urna morfología da História Universal,* 1973, p. 68.

[7] Conviene recordar que Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), considerado como el primer gran escritor del romanticismo y el más grande poeta alemán, era un destacado científico, pero en total oposición a las ideas newtonianas. En educación, Goethe fue el gran inspirador, en la transición del siglo xix al siglo xx, de Rudolf Steiner (1861-1925), fundador de la Antroposofía y proponente de la Pedagogía Waldorf.

Puedo, por tanto, imaginar que también pueden existir otros modos de pensamiento, incluso en matemática. Asimismo, pienso que no debemos limitarnos a aplicar directamente los métodos que son "correctamente considerados como los mejores en Europa y en América, mas debemos estudiar la instrucción matemática apropiada a Asia".[8]

El reconocimiento, tardío, de otras formas de pensar, inclusive matemático, impulsa reflexiones más amplias sobre la naturaleza del pensamiento matemático, desde el punto de vista cognitivo, histórico, social y pedagógico. Ese es el objetivo del Programa Etnomatemática.

El Programa Etnomatemática

El gran motivador del programa de investigación que denomino etnomatemática es intentar entender el saber /hacer matemático a lo largo de la historia de la humanidad, contextualizado en díferentes grupos de interés, comunidades, pueblos y naciones. Esa denominación será justificada a lo largo de esta obra.

¿Por qué hablo de etnomatemática como un programa de investigación y muchas veces utilizo incluso la denominación Programa Etnomatemática?

La principal razón resulta de una preocupación que tengo, la intención de proponer una epistemología y, como tal, una explicación final de la etnomatemática. AL insistir en el denominado Programa Etnomatemática, procuro evidenciar que no se trata de proponer una epistemología más, sino de entender la aventura de la especie humana en la búsqueda de conocimiento y en la adopción de comportamientos.

[8] Akizl.iki, Y., "Propasa! to l. C. M. !.", *L'Enseignement mathématique,* t. V, fase. 4, 1960, pp. 288-289.

Las críticas a las propuestas epistemológicas, que polarizaron la filosofía de la ciencia de los años setenta en torno de Popper y Kuhn y colocaron en campos extrañamente opuestos a Lakatos y Feyerabend, tuvieron influencia en mi interés por la etnomatemática. Veo, al mismo tiempo, al denominado Programa Etnomatemática, más coincidente con la postura de búsqueda permanente, propuesta por la transdisciplinaridad, y más inmunizada contra los ataques de las partes que contienden en la llamada *science wars*.[9]

La investigación en etnomatemática debe ser hecha con mucho rigor, no obstante, la subordinación de ese rigor a un lenguaje y a una metodología estándar, incluso teniendo carácter interdisciplinario, puede ser perjudicial al Programa Etnomatemática.[10] Al reconocer que no es posible llegar a una teoría final de la manera de saber/hacer matemático de una cultura, quiero enfatizar el carácter dinámico de este programa de investigación. Destaco el hecho de que es necesario estar siempre abiertos a nuevos enfoques, a suevas metodologías, a nuevas visiones de qué es ciencia y de su evolución, lo cual resulta de una historiografía dinámica.[11]

[9] La correspondencia Lakatos-Feyerabend muestra las vacilaciones y las contradicciones mismas que asolaron el ambiente filosófico como resultado de la polarización de posiciones. Véase Imre Lakatos y Paul Feyerabend, *For and Against Method: Including Lakato's Lectures on Scientific Method and the Lakatos-Feyerabend Correspondence,* 1999.

[10] Se debe tener el cuidado de no ser atrapado por las limitaciones epistemológicas y metodológicas de las nuevas disciplinas "interdisciplinarias" que, como nos muestra la historia de la ciencia, fueron el preludio de disciplinas hoy comunes en los currículos escolares. Caracterizar a la etnomatemática como un área interdisciplinaria es limitante.

[11] Mi propuesta historiográfica, muy influenciada por la filosofía de la historia de Oswald Spengler, se aproxima a lo que proponen Marc Bloch y Lucien Febvre en los *Annales*. Véase Ubiratan D' Ambrosio, "A Historiographical Proposal for Non-western Mathematics" en Helaine Selin (ed.), *Mathematics Across Cultures. The History of Non-western Mathematics,* 2000, pp. 79-92.

Todo individuo vivo desarrolla conocimiento y tiene un comportamiento que refleja ese conocimiento, que a la vez se va modificando en función de los resultados de los comportamientos. Para cada individuo, su comportamiento y su conocimiento están en permanente transformación, y se enlazan en una relación que podríamos decir de verdadera simbiosis, en total interdependencia.

La nociónde cultura

El impulso de supervivencia del individuo y de la especie, que caracteriza a la vida, se manifiesta cuando éste recurre a la naturaleza para su supervivencia y procura y encuentra al otro, de la misma especie, pero biológicamente diferente [macho/hembra], para dar continuidad a la especie.

La especie humana también obedece a ese instinto. Los individuos procuran y encuentran a otros, intercambian conocimiento y comportamientos, y los intereses comunes, que son comunicados entre ellos, los mantienen en asociaciones y en sociedades, organizadas en diversos niveles: grupos de intereses comunes, familias, tribus, comunidades y naciones.

La vida cotidiana de grupos, de familias, de tribus, de comunidades, de gremios, de profesionistas y de naciones se da, en diferentes regiones del planeta, en ritmos y maneras distintas, como resultado de determinadas prioridades, entre muchos factores, por condiciones ambientales, modelos de urbanización y de producción, sistemas de comunicación y estructuras de poder.

Al reconocer que los individuos de una nación, de una comunidad, de iln grupo comparten sus conocimientos, tales como el lenguaje, los sistemas de explicaciones, los mitos y cultos, la gastronomía y las costumbres, y también sus comportamientos, compatibilizados y subordinados a los sistemas de valores acordados por el

grupo, decimos que esos individuos pertenecen a una cultura. En el compartir conocimiento y compatibilizar comportamientos están sintetizadas las características de una cultura. Asimismo, hablamos de la cultura de la familia de la tribu, de la comunidad, del gremio, del profesionista y de la nación.

Una dinámica de interacción, que está siempre presente en el encuentro de los individuos, hace que no se pueda hablar con precisión de culturas acabadas o estáticas. Las culturas están en incesante transformación, obedeciendo a lo que podemos llamar una dinámica cultural.[12]

Las distintas maneras de hacer (prácticas) y de saber (teorías), que caracterizan una cultura, son parte del conocimiento compartido y del comportamiento compatibilizado. Así como comportamiento y conocimiento, las maneras de saber y de hacer están en permanente interacción. Son falsas las dicotomías entre saber y hacer, así como entre teoría y práctica.

Alimentación,espacio y tiempo

La necesidad de alimentarse, en competencia con otras especies, es el gran estímulo para el desarrollo de instrumentos que ayuden a la obtención de alimentos. De igual forma, se tiene evidencia de instrumentos de piedra labrada que, hace cerca de dos millones de años, fueron utilizados para cortar la carne, mejorando así la calidad y cantidad de los alimentos disponibles. Y claro que la piedra, labrada con ese objetivo, debería tener dimensiones adecuadas para cumplir tal finalidad. La validación de las dimensiones apropiadas para la piedra labrada tal vez sea la primera manifestación

[12] Un interesante estudio sobre la dinámica cultural, aunque limitado a Occidente, es el libro de Francesco Alberoni, *Génese. Como se criam os mitos, os valores e as instituiciies da civilizaciio ocidental*, 1991 (ed. orig. 1989).

matemática de la especie. El fuego, utilizado ampliamente desde hace 500 mil años, da a la alimentación características inclusive de organización social.[13]

De la utilización de restos de animales muertos se pasa a la caza de presas. La invención de la lanza vino a dar al hombre una mayor confianza para la caza de animales, que son, en general, mayores y más fuertes que él. Lanzas de madera de cerca de dos metros y medio aparecen hace 250 mil años, aproximadamente. Su utilización, coordinación muscular, percepción del objetivo, reconocimiento de partes vulnerables de la presa, muestran el desarrollo de una gran capacidad de observación y análisis.

La caza circunstancial y ocasional de presas tenía, obviamente, carácter irregular en la organización social, pero al crearse la posibilidad de cazar manadas, se torna necesaria la organización de grupos de caza, con una estructura jerárquica y liderada, con distribución de funciones y organización de espacios. La vida social se torno mucho más compleja. El aprendizaje de los hábitos y de los comportamientos de las especies, no sólo de los individuos, muestra el desarrollo de las capacidades específicas de clasificar objetos (individuos) por cualidades específicas.

Ese fue un paso decisivo, reconocido hace cerca de 40 mil años, en la evolución de la especie humana, dando origen a la organización de las primeras sociedades. La cooperación entre grupos relativamente numerosos, centrada en mitos y representaciones simbólicas, fue probablemente la responsable del surgimiento del canto (tiempo) y la danza (espacio), lo que llevó a los grupos de individuos de distintas familias a estar juntos, situando en tiempo y espacio su universo simbólico. Según William H. McNeill, el canto y la danza forman la primera gran innovación, distinguiendo el curso evolutivo de la especie humana de sus parientes más próximos:

[13] Recomiendo el film/video *La guerra del Juego,* dirigida por Jean-Jacques Annaud, 1982.

los chimpancés.[14] Danza y canto están íntimamente asociados con representaciones matemáticas de espacio y tiempo. A partir de la reunión de esos grandes grupos, es probable que haya evolucionado el lenguaje con habla y gramática articuladas.

Todas esas invenciones fueron el presagio de la agricultura, que se desarrollaría hace cerca de 10 mil años, y que fue la más importante transición conceptual de la historia de la humanidad. La agricultura posibilita patrones de subsistencia imposibles de ser atendidos por grupos de cazadores o recolectores. La especie humana descubrió, gracias a la agricultura, su forma de alimentarse por excelencia.[15]

El surgimiento de la agricultura representa, particularmente en las civilizaciones en torno al Mediterráneo, la transición conceptual de una visión matriarcal hacia una visión patriarcal del mundo. Hasta la invención de la agricultura, las grandes divinidades eran femeninas, y con el surgimiento de la agricultura se manifiesta un dios identificado con lo masculino.[16]

Las poblaciones aumentan y surge la necesidad de desarrollar instrumentos intelectuales para la planificación del cultivo, de la cosecha y del almacenamiento y, consecuentemente, la organización

[14] McNeill, William H., "Passing Strange: Tile Convergence of Evolutionary Science with Scientific Hístory", *History and Theory,* vol. 40, núm. 1, febrero, 2001, pp. 1-15.

[15] Un clásico es el libro de Luis da Cámara Cascudo, *História da alimentacáo no =rasí/,* 1967. Muy interesantes resultan los estudios del libro de Jean-Louis Flan-:~in y Massimo Montanari (orgs.), *Histária da Alimentacáo,* 1998 (ed. orig. 1996). :téase, en particular, el capítulo 1: "As estratégias alimentares nos tempos pré-his-:iricos", por Catherine Perles, pp. 36-53. Por desgracia, el libro está totalmente :entrado en Europa. Sobre América Latina tenemos los libros de Eduardo Estrella, .:: *Pan de América. Etnohistória de los Alimentos Aborígenes en el Ecuador,* 1986; y =. de Teresa Rojas Rabiela y Willíam T. Sanders, *Historia de la agricultura. Época :: rehispánico-siqlo XVI,* 1985.

[16] Véase el fascinante libro de Jean Marcale, *La grande déesse: Mythes et sanetuoires,* 1997.

de la posesión de la tierra, de la producción organizada y del trabajo, lo que da pie a la fundación de las estructuras de poder y de economía hoy todavía predominantes. Surgen mitos y cultos ligados a los fenómenos estacionales que afectan a la agricultura. Se hace necesario saber dónde (espacio) y cuándo (tiempo) plantar, recolectar y almacenar.

La geometría [*geo*= tierra, *metria*= medida] es resultado de la práctica de los faraones, que les permitía alimentar al pueblo en los años de baja productividad, distribuir las tierras productivas en las márgenes del Río Nilo y medirlas, después de las inundaciones, con la finalidad de recolectar la parte destinada al almacenamiento (tributos)."

Los calendarios sintetizan el conocimiento y el comportamiento necesarios para el éxito de las etapas de cultivo, cosecha y almacenamiento. Los calendarios son obviamente asociados con los mitos y cultos, dirigidos por las entidades responsables de ese éxito, lo que garantiza la supervivencia de la comunidad. Por tanto, los calendarios son locales.

Aunque el calendario reconocido internacionalmente es aquél proclamado por el Papa Gregorio XIII, en vigor desde el 15 de octubre de 1582, hay en el mundo cerca de 40 calendarios en uso. La construcción de calendarios, es decir, la cuenta y registro del tiempo, es un excelente ejemplo de etnomatemática.[18]

[17] Este es el tema, relatado en la Biblia, del sueño del faraón de las siete vacas y siete espigas, interpretado por José. La consecuencia es una de las primeras manifestaciones de ciencia utilizada en la organización social. José, el sabio, desde el poder, organiza los sistemas de producción, colecta y almacenamiento, evitando la escasez en los dominios del faraón. Véase el relato en la traducción de la Biblia por André Chouraqui, *No Principio [Gênesis],* 1995; Gen. 41, pp. 424-437. La idea de la distribución de tierras y el pago de tributos se encuentra en Herodoto, *Histéria,* 1985, p. 121.

[18] Un excelente libro es el de E. G. Richards, *Mapping Time. The Calendar and lts History,* 1998.

Muchos tal vez se extrañen del énfasis que yo doy a la comprensión de la alimentación y de las cuestiones agrícolas. Sin duda, la alimentación, nutrirse para sobrevivir, siempre fue la primera necesidad de todo ser vivo. Con el surgimiento de la agricultura, las primeras sociedades organizadas comienzan a ser identificables. La geometría y los calendarios son ejemplos de una etnomatemática asociada al sistema de producción, la respuesta a la primera necesidad de las sociedades organizadas: alimentar *un* pueblo.

Conocimientos y comportamientos son compartidos y compatibilizados, posibilitando la continuidad de esas sociedades. Esos conocimientos y comportamientos son registrados, oral o gráficamente, y difundidos y pasados de generación en generación. Nace, así, la historia de grupos, de familias, de tribus, de comunidades y de naciones.

Esto tiene gran importancia en la educación. Un proyecto de educación matemática centrado en la construcción de huertas caseras, desarrollado por José Carlos Borsato, está entre los pri-:neros trabajos de etnomatemática como práctica pedagógica. No se usaba, entonces, el término etnomatemática.[19]

Pero recientemente, los trabajos de Gelsa Knijnik[20] y de Alexan-.irina Monteiro,[21] entre muchos otros, focalizan la etnomatemática .íesarrollada y practicada en los asentamientos agrícolas.

[19] Borsato, José Carlos, "Urna experiencia de íntegracáo curricular: Pro-:c:o Áreas Verdes", disertación del Curso de Maestría en Enseñanza de Cien-:_„s y Matemática, UniCaMP/oEa/MEC, 1984. Véase el resumen en Ubiratan :: Ambrosio (org.), *0 ensino de Ciencias e Matemática na América Latina,* 1984, :: 202-203.

:: Knijnik, Gelsa, *Exclusiio e resistencia. Educaoio Matemática e legitimidade :~-::ira/,* 1996.

:: Monteiro, Alexandrina, "Etnomatemática: as possibilidades pedagógicas : _:-:: curso de alfabetízacáo para trabalhadores rurais assentados", tesis de docto-–:;.:J. Carnpinas, Faculdad de Educación de la Unícarnp, 1998.

El hacer matemático en lo cotidiano

Dentro de las distintas maneras de hacer y de saber, algurias privilegian comparar, clasificar, cuantificar, medir, explicar, generalizar, inferir y, de algún modo, evaluar. Hablamos entonces de un saber/hacer matemático en la búsqueda de explicaciones y de maneras de lidiar con el ambiente inmediato y remoto. Obviamente, ese saber/hacer matemático es contextualizado y responde a factores naturales y sociales.

Lo cotidiano está Impregnado de los saberes y quehaceres propios de la cultura. A cada instante, los individuos están comparando, clasificando, cuantificando, midiendo, explicando, generalizando, infiriendo y, de algún modo, evaluando, usando los instrumentos materiales e intelectuales que son propios de su cultura.

Hay incontables estudios sobre la etnomatemática de lo cotidiano. Es una etnomatemática no aprendida en las escuelas, sino más bien, en el ambiente familiar, en el ambiente de los juegos y del trabajo, aprendida de amigos y compañeros. ¿Cómo se da ese aprendizaje? Maria Luisa Oliveras identificó, trabajando con artesanos en Granada, España, lo que ella llama una etnodidáctica.[22]

Reconocemos las prácticas matemáticas de los vendedores ambulantes. Las investigaciones de Terezinha Nunes, David Carraher y Ana Lúcia Schliemann son pioneras en reconocer que niños ayudando a sus padres en los mercados ambulantes de Recife, adquieren una práctica aritmética muy sofisticada para operar con el dinero, hacer intercambios y ser capaces de ofrecer descuentos sin tener pérdidas.[23]

[22] Oliveras, Maria Luisa, "Etnomatemáticas en trabajos de artesanía andaluza. Su integración en un modelo para la formación de profesores y en la innovación del currículo matemático escolar", tesis de doctorado, 1995; *Etnomatemáticas. Formación de profesores e innovación curricular,* 1996.

[23] Carraher, Terezinha, David Carraher Analúcia Schliemann, *Na vida dez, na escala zero,* 1988. Regina Luzia Cario de Buriasco, "Matemática de fora e de dentro da escala: do Bloqueio à Transicáo', disertación de maestría, 1989.

La utilización de lo cotidiano de las compras para enseñar matemática revela prácticas apropiadas fuera del ambiente escolar, una verdadera etnomatemática del comercio. Un componente importante de la etnomatemática es posibilitar una visión crítica de la realidad, utilizando instrumentos de naturaleza matemática. El análisis comparativo de precios, de cuentas, de presupuestos, proporcionan excelente material pedagógico. Es pionero el trabajo de Marilyn Frankenstein al proponer una matemática crítica en las escuelas.[24] Una propuesta semejante, tomando como referencia productos encontrados en supermercados, fue desarrollada en Italia por Cinzia Bonotto.[25]

Buscando percibir la influencia que la profesión de los padres tiene sobre el desempeño de los hijos en la escuela, Adriana M. Marafon identificó prácticas matemáticas propias de la profesión del especialista en neumáticos.[26]

Grupos de profesionales practican su propia etnomatemática. Asistiendo a incontables cirugías, Tod L. Shockey identificó, en su tesis de doctorado, prácticas matemáticas de cirujanos cardiólogos, centrándose en los criterios para la toma de decisión sobre tiempo y riesgo y en las nociones topológicas en la manipulación de la sutura.[27] Maria do Carmo Villa investigó la manera en cómo deciden los vendedores de jugo de frutas, por un modelo probabilístico, la cantidad de jugo de cada fruta que deben tener disponible

[24] Frankenstein, Marilyn, *Relearning Mathematics. A Different Third R-Radical Mathematics,* 1989.

[25] Bonotto, Cinzia, "Sull'uso di artefatti culturali nell'insegnamento-apprendimento della matematica/ About the Use of Cultural Artifacts in the Teaching-Learning of Mathematics", *L'Educazione Matematica,* año XX, serie VI, 1/20-, 1999, pp. 62-95.

[26] De Mattos Marafon, Adriana César, "A influencia da família na aprendizagem da matemática", disertación de maestría, 1996.

[27] Shockey, Tod L., "The Mathematical Behavior ofa Group ofThoracic Cardiovascular Surgeons" disertación de doctorado, 1999.

en su tienda para atender satisfactoriamente las demandas de la clientela.[28] N. M. Acioly y Sérgio R. Nobre identificaron la matemática practicada por los bicheiros (apostadores del "jogo de bicho") para practicar un esquema de apuestas atractivo y redituable.[29] La matemática del "jogo de bicho"[30] ya había atraído el interés de Malba Tahan.[31] Marcelo de Carvalho Borba analizó la manera en que niños de la periferia se organizan para construir un campo de fútbol, obedeciendo, en escala, las dimensiones oficiales.[32]

El reconocimiento de prácticas matemáticas en lo cotidiano de África también ha sido objeto de importantes investigaciones.[33] Un ejemplo muy interesante es la utilización de instrumentos de percusión, parte integrante de las tradiciones originarias de África. El ritmo que acompaña los instrumentos de percusión puede ser estudiado como auxiliar en la comprensión de razones.[34]

Merece distinción el trabajo de Claudia Zaslavsky. Su libro, publicado en 1973, fue pionero al reconocer que muchas de las prácticas cotidianas encontradas en África tienen características

[28] Villa, Maria do Carmo, "Conceptions manifestées par les élèves dans une épreuve de simulation d'une situation aléatoire réalisée au moyen d'un matériel concret", tesis de doctorado, 1993.

[29] Acioly, N. M., "A lógica do jogo do bicho: compreensáo ou utilízacáo de regras?", tesis de maestría, 1985. Sergio R. Nobre, "Aspectos sociais e culturais no desenho curricular da matemática», disertación de maestría, 1989.

[30] El *jogo do bicho* es un juego de azar originario y exclusivo de Brasil, cuya existencia data de al menos hace tres siglos.

[31] Malba, Tahan, *O fago do Bicho à luz da Matemática* [após 1975].

[32] De Carvalho Barba, Marcelo, "Um estudo de Etnomatemática: Sua incorporacáo na elaboracáo de urna proposta pedagógica para o Núcleo Escala da favela da Vila Nogueíra/Sáo Quírino", disertación de maestría, 1987.

[33] Neeleman, Wilhelm, "Ensino de Matemática em Mocambique e sua relacáo coma cultura tradicional", disertación de maestría, 1993.

[34] Cómo utilizar este recurso pedagógico puede ser visto en el articulo de Anthony C. Stevens, Janet M. Sharp y Becky Nelson, "The Intersection of Two Unlikely Worlds: Ratios and Drums", *Teaching Children Mathematics* (NCTM), vol. 7, núm. 6, febrero, 2001, pp. 376-383.

propias, es una verdadera etnomatemática, aunque el término no haya sido utilizado.[35]

El interés por la etnomatemática de las culturas africanas ha crecido de manera importante. Se debe destacar los trabajos de Paulus Gerdes y sus colaboradores en Mozambique, con un gran número de publicaciones en portugués, sobre todo analizando utensilios de mimbre, tejidos y juegos tradicionales en África Meridional.[36]

En América, la etnomatemática aparece con fuerza en las culturas nativas remanentes. Hay gran interés en el estudio histórico de la etnomatemática existente a la llegada de los conquistadores y practicada en el periodo colonial.[37] Las culturas sobrevivientes aún practican su etnomatemática.

Conciliar la necesidad de enseñar la matemática dominante y al mismo tiempo dar el reconocimiento a la etnomatemática de las tradiciones a un grupo es el gran desafío de la educación indígena. El tema fue abordado por Samuel López Bello, quien trabajó junto a profesores de tradición quéchua en Bolivia.[38]

.. Las relaciones económicas y los sistemas de producción son factores importantes en el desarrollo y transformación de la etnomatemática como cuerpo de conocimiento, como demostró Chateaubriand Nunes Amáncio.[39]

La vasta bibliografía hoy disponible no permite, en un libro de pequeña envergadura, hacer un tipo de "estado del arte" (balance de

[35] Zaslavsky, Claudia, *Africa Counts. Number and Pattern in African Cultures,* 3a. ed., 1999.

[36] Gerdes, Paulus, *Sobre o despertar do pensamento geométrico,* 1992.

[37] Una referencia básica es el libro de Michael P. Closs (ed.), *Natíve Americans Mathematícs,* 1986. No se puede dejar de mencionar el libro pionero de Márcia y RobertAscher, *Code of the Quipus: A Study in Media, Mathematics and Culture,* 1981.

[38] López Bello, Samuel, "Etnomatemática: Relacóes e tensóes entre as distintas formas de explicar e conhecer', tesis de doctorado, 2000.

[39] El tema fue abordado por Chateaubriand Nunes Amáncío, "Os Kanhgág da :_.:a do Tibagi: Um estudo etnomatemático em comunidades indígenas", diser- :::: :. : :; de maestría, 1999.

la situación) de las investigaciones en etnomatemática. De hecho, no es esa la intención de esta publicación. Pero se justifica dar alguna orientación para aquellos que desean profundizar en la etnomatemática, tanto desde el punto de vista de la investigación como del pedagógico.

Un número especial de la revista *Teaching Chíldren Mathematics,* del National Council of Teachers of Mathematics, tuvo como tema principal "Mathernatícs and Culture". Fue una colección de varios trabajos, todos con atención en la escuela.

Como procuré mostrar en este capítulo, la etnomatemática es parte de lo cotidiano, que es el universo en el cual se sitúan las expectativas y las angustias de los niños y de los adultos.

::: Capítulo 2. Las diversas dimensiones de la etnomatemática

La dimensiónconceptual

Etnomatemática es un programa de investigación en historia y filosofía de la matemática, con obvias implicaciones pedagógilas. Voy a comenzar con una reflexión sobre el origen de las ideas matemáticas. ¿Cómo surge la matemática?

La matemática, como el conocimiento en general, es una respuesta a los impulsos de supervivencia y de trascendencia que sintetizan la cuestión existencial de la especie humana. La especie crea teorías y prácticas que resuelven la cuestión existencial. Esas teorías y prácticas son las bases para la elaboración de conocimiento y las decisiones de comportamiento, a partir de representaciones de la realidad. Las representaciones responden a **la** percepción de espacio y tiempo. La virtualidad de esas representaciones, que se manifiesta en la elaboración de modelos, distingue la especie humana de las demás especies animales.

En todas las especies vivas, la cuestión de la supervivencia es resuelta por comportamientos de respuesta inmediata, aquí y ahora, elaborada sobre lo real y recurriendo a experiencias previas

(conocimiento) del individuo y de la especie (incorporada en el código genético). El comportamiento se basa en conocimientos y al mismo tiempo produce nuevo conocimiento. Esta simbiosis de comportamiento y conocimiento es lo que denominamos instinto, que resuelve la cuestión de la supervivencia del individuo y de la especie.

En la especie humana, la cuestión de la supervivencia es acompañada por la de la trascendencia: el "aquí y ahora" es ampliado al "dónde y cuándo". La especie humana trasciende espacio y tiempo, pero además lo inmediato y lo sensible. El presente se prolonga al pasado y al futuro, y lo sensible se amplía a lo remoto. El ser humano actúa en función de su capacidad sensorial, que responde a lo material (artefactos), y de su imaginación, muchas veces llamada creatividad, que responde a lo abstracto (mentefactos).

La realidad material es el conjunto de hechos y fenómenos acumulados desde el principio. ¿Y qué es el principio, en espacio y tiempo? Esa es la cuestión principal de todos lossistemas religiosos, filosóficos y científicos.

La realidad percibida por cada individuo de la especie humaría es la realidad natural, acrecentada con la totalidad de artefactos y de mentefactos (experiencias y pensamientos), acumulados por él y por la especie (cultura). Esa realidad, a través de mecanismos genéticos, sensoriales y de memoria (conocimiento), informa a cada individuo. Cada individuo procesa esa información, que define su acción, resultando en su comportamiento y en la generación de más conocimiento. El cúmulo de conocimientos compartidos por los individuos de un grupo tiene como consecuencia compatibilizar el comportamiento de esos individuos y, acumulados, esos conocimientos compartidos y comportamientos compatibilizados constituyen la cultura del grupo.

La dimensión histérica

Vivimos en este momento el apogeo de la ciencia moderna, que es un sistema de conocimiento que se originó en la cuenca del Mediterráneo, hace aproximadamente tres mil años, y que se impuso a todo el planeta. Esa rápida evolución corresponde a un periodo pequeño de toda la historia de la humanidad y no hay indicios de que será permanente. ¿Qué vendrá después? Sin duda, como siempre sucede con otros sistemas de conocimiento, la propia ciencia moderna irá desarrollando los instrumentos intelectuales para su crítica y para la incorporación de elementos de otros sistemas de conocimiento.

Esos instrumentos intelectuales dependen en gran medida de una interpretación histórica de los conocimientos de los egipcios, los babilónicos, los judíos, los griegos y los romanos, que están en los orígenes del conocimiento moderno.

..'Se notan, en el transcurrir de casi tres milenios, transiciones entre lo cualitativo y lo cuantitativo en el análisis de hechos y fenómenos. Lo que podríamos llamar el raciocinio cuantitativo de los babilonios dio lugar a un raciocinio cualitativo, característico de los griegos, que prevaleció durante toda la Edad Media.

La modernidad surgió con la incorporación del raciocinio cuantitativo, posible .gracias a la aritmética [*tica*= arte + *aritmos*= números] hecha con números indo-arábigos y; posteriormente, con las extensiones de Simon Stevin (decimales) y de John Neper (logaritmos), culminando con las computadoras. En esa evolución fue privilegiado el raciocinio cuantitativo, que puede ser considerado la esencia de la modernidad. Más recientemente, vemos una búsqueda intensa de raciocinio cualitativo, en particular a través de la inteligencia artificial. Esta tendencia está en sintonía con el aumento de :::"::=rés por las etnomatemáticas, cuyo carácter cualitativo es muy ¡oire-d o minan te.

Otro aspecto a destacar en la evolución del pensamiento occidental es la subordinación del pensamiento global, como era predominante en las culturas de las márgenes al sur del Mediterráneo, por el pensamiento secuencial, que se tornó una característica de la filosofía griega. Eso culmina en el pensamiento de René Descartes, cuyo resultado es la organización disciplinar, que prevaleció sobre las propuestas holísticas de Jan Comenius.

Estamos viviendo ahora un momento que se asemeja a la efervescencia intelectual de la Edad Media. Se justifica, por tanto, hablar de un nuevo renacimiento. La etnomatemática es una de las manifestaciones de ese nuevo renacimiento.

Es importante notar que la aceptación e incorporación de otras maneras de analizar y explicar hechos y fenómenos, como es el caso de la etnomatemática, se da siempre en paralelo con otras manifestaciones de la cultura. Eso es evidente en las dos tentativas de introducción del sistema indo-arábigo en Europa. La primera tentativa, impulsada por Gerbert de Aurillac, que fue ordenado Papa Silvestre II en 999, no tuvo éxito.[1] El segundo intento, casi tres siglos después, fue promovido por el mercader Leonardo Fibonacci, de Pisa, con la publicación de *Líber Abaci,* en 1202. Para el modelo económico y la tecnología que prevalecían en el siglo XI, el nuevo sistema enseñado por Silvestre II poco contribuía. Sin embargo, para el mercantilismo que comenzaba a desarrollarse en el siglo XIII, así como para los avances de la ciencia experimental de la baja Edad Media, la aritmética aprendida de los árabes era esencial.

Ese paralelo entre las ideas matemáticas y el modelo económico fue reconocido por Fray Vicente del Salvador, al comentar sobre la aritmética de los indígenas brasileños. El historiador explica que contaban con los dedos de las manos y, si era necesario, con los de los pies. Con eso satisfacían perfectamente todas las necesidades

[1] Véase el artículo de Osmo Pekonen, "Gerbert of Aurillac: Mathematician and Pope" *The Mathemattcal lntelligencer, vol.* 22, nú~. 4, 2000, pp. 67-70.

cotidianas (de supervivencia), y de sus sistemas de explicaciones (de trascendencia). No conocían otrossistemas porque no había razón para tal.[2] Hoy en día, el indígena quiere calculadoras porque ellas son esenciales para sus relaciones comerciales.

Será imposible que entendamos el comportamiento de la juventud actual y, por tanto, que evaluemos el estado de la educación sin que recurramos a un análisis del momento cultural que los jóvenes están viviendo. Eso nos lleva a examinar lo que pasa con la disciplina central en los currículos, que es la matemática; no solamente en la disciplina misma, lo cual necesariamente nos conduce a reflexiones interculturales sobre la historia y la filosofía de la matemática, sino también sobre cómo se sitúan las matemáticas en nuestros días en la experiencia individual y colectiva de cada persona.

La dimensióncognitiva

Las ideas matemáticas -particularmente comparar, clasificar, cuantificar, medir, explicar, generalizar, inferir y, de algún modo, evaluar- son formas de pensamiento presentes en toda la especie humana. La atención de los científicos de la cognición gradualmente se dirige hacia esa característica de la especie.

El surgimiento del pensamiento matemático en los individuos, y en la especie humana como un todo, ha sido objeto de intensa investigación. Mucho se sabe acerca del cerebro y la masa craneal (incluso se pretendió privilegiar lóbulos cerebrales con acciones específicas), pero ¿dónde está la capacidad de preferir un color a otro, y la razón por la cual un olor despierta emociones? Hay una diferencia fundamental entre la mente y el cerebro. La nueva ciencia de la cognición ha recibido grandes contribuciones de los neurólogos.[3]

[2] Frei Vicente do Salvador, *História do Brasil 1500-1627,* 1965.

[3] Sacks, Oliver, *Um antropólogo em Marte. Sete histórias paradoxais,* 1995.

La atención de los investigadores está dirigida hacia estudios de la mente o de la conciencia. Esa área de investigación es llamada por muchos la última frontera de la ciencia. ¿Qué es pensar? ¿Qué es conciencia? Los estudios de la mente y de la conciencia, comunes entre neurólogos, inclusive neurocirujanos, atraen el creciente interés de matemáticos y físicos teóricos.[4]

Claro, para conocer a los humanos es importante conocer aquellos seres vivos que tienen alguna similitud con los humanos, en particular los primates. Basta notar que cerca de 98% del genoma del *rhesus* es idéntico al del hombre. Los primates han sido objeto de mucha investigación. Se nota en los primates la emergencia de un pensamiento de naturaleza matemática, privilegiando lo cuantitativo. [5]

Igual de importante es crear aparatos automatizados y modelos que, al menos parcialmente, ejecuten funciones cercanas a aquellas desempeñadas por los humanos. Sin duda, las calculadoras y las computadoras han mostrado ser eficientes en el tratamiento cuantitativo. Pero el mayor desafío es el pensamiento cualitativo, que incluye las emociones. Esto cae en el campo de la robótica y de la inteligencia artificial. Uno de los temas fascinantes es el estudio del desarrollo "mental" autónomo de robots, como resultado de experiencias con el ambiente natural.[6]

Pero volvamos a nuestra especie, donde las ideas de comparar, clasificar, cuantificar, medir, explicar, generalizar, inferir y, de algún modo, evaluar, aparecen como características.

[4] Véase el libro de Brian Butterworth, *What Counts. How Every Brain Is Hardwired for Math,* 1999.

[5] El libro reciente de Daniel J. Povinelli, *Fo/k Physicsfar Apes. The Chimpanzee's Theory of How the World Works,* 2000, provocó muchas controversias. Sin duda, ésta es un área de investigación muy activa.

[6] Véase Juyang Weng, James McClelland, Alex Pentland *et al.,* "Autonomous Mental Development by Robots and Machines", *Science,* vol. 291, enero, 2001, pp. 599-600.

La especie *hamo sapiens* es nueva, se cree que vivió hace cuarenta mil años. Las especies que la precedieron, los australopitecos, surgieron hace cerca de cinco millones de años, cerca de donde hoy se encuentra Tanzania, y se esparcieron por todo el planeta. En esa expansión, las especies se fueron transformando -influenciadas por el dima, la alimentación y otros factores más-, desarrollaron técnicas y habilidades que permitieron su supervivencia en las nuevas regiones que encontraron. Al enfrentarse con situaciones nuevas, se reunió experiencia de situaciones anteriores, se adaptaron a las nuevas circunstancias y, así, incorporaron a la memoria nuevos hechos y saberes. Gracias a un elaborado sistema de comunicación, las formas y modos de lidiar con las situaciones se comparten, transmiten y difunden.

Aunque el conocimiento sea generado individualmente a partir de la información recibida de la realidad, en el encuentro con el otro se da el fenómeno de la comunicación, tal vez ésta sea la carac~erística que más distingue a la especie humana de las demás espe"cies. A través de la comunicación, la información captada por un individuo es enriquecida por la información recibida por el otro. El conocimiento generado por el individuo, que es resultado del procesamiento de la totalidad de las informaciones disponibles, es también, vía la comunicación, compartido, al menos parcialmente, con el otro. Eso se extiende, obviamente, a otros y al grupo. Así, se desarrolla el conocimiento compartido por el grupo.

El comportamiento de cada individuo, asociado a su conocimiento, es modificado por la presencia del otro, en gran medida por el conocimiento de las consecuencias para el otro. Eso es recíproco y, así, el comportamiento de un individuo es compatibilizado con el comportamiento del otro. Obviamente, eso se extiende a los otros y al grupo. Así, se desarrolla el comportamiento compatibilizado del grupo.

Cultura es el conjunto de conocimientos compartidos y comportamientos compatibilizados.

Como ya mencioné en la introducción, tenemos evidencia de una especie, un tipo de australopiteco, que vivió hace cerca de dos y medio millones de años y utilizó instrumentos de piedra labrada para descuartizar animales. Es fácil entender que al alimentarse de un animal muerto, la existencia de un instrumento, como una piedra labrada, permite raspar el hueso y, así, no sólo aprovechar todos los pedazos de carne, sino también retirar de los huesos los nutrientes que, de otra forma, no serían posibles comer sólo con los dientes. La especie obtuvo más alimento y de mayor valor nutritivo. Al parecer, éste fue un factor decisivo en el perfeccionamiento del cerebro de las especies que dominaron esa tecnología.

Y esto, ¿qué tiene que ver con etnomatemática?

En el momento en que ese australopiteco escogió y labró un pedazo de piedra con el objetivo de descarnar un hueso, su mente matemática se reveló. Para seleccionar la piedra, fue necesario evaluar sus dimensiones, y para labrarla lo suficiente, hasta que cumpliera con los objetivos para los cuales sería destinada, fue preciso evaluar y comparar dimensiones. Evaluar y comparar dimensiones es una de las manifestaciones más elementales del pensamiento matemático. Un primer ejemplo de etnomatemátíca es, por tanto, aquella desarrollada por el australopiteco.

En su evolución, esparcidas en pequeños grupos por varias regiones del planeta, las especies que nos precedieron fueron mejorando los instrumentos materiales e intelectuales para convivir con su entorno y desarrollar nuevos instrumentos.

En varias regiones del planeta las diferentes lenguas comienzan a tomar forma permitiendo organizar sistemas de conocimiento. Los registros empiezan a aparecer, son particularmente ricos los registros de Eurasia, y es posible hacer una prehistoria de las ideas matemáticas que dieron origen a la matemática académica. En la

prehistoria y en la historia se identifica la etnomatemática como un sistema de conocimiento.[7]

El hombre busca explicaciones para todo y asocia, de manera muy natural, esas explicaciones a lo que ve, pero no entiende: el clima, el día y la noche, los astros en el cielo. Lo que está aconteciendo, lo que se percibe y se siente a cada instante, pueden ser indicadores de lo que va a acontecer. Ese es el misterio. Buscar explicaciones para el misterio que relacionan causas y efectos es un importante paso en la evolución de la especie *hamo*.

Los sistemas de explicaciones para las primeras causas son organizados (los mitos de la creación). La muerte, tan evidente, puede no ser el fin, sino un encuentro con las primeras causas. ¿Qué acontece después de la muerte? Surge una pregunta aún más práctica: ¿qué pasará después, en el momento siguiente? ¿Cuáles son las consecuencias de lo que estoy viendo ahora?, ¿de lo que estoy haciendo ahora? Sólo el responsable de las primeras causas (un divino) podría conocer el misterio de lo que va pasar.

¿Cómo preguntar al divino lo que va a suceder?, a través de técnicas de "consulta" al divino. Esas técnicas son las llamadas artes adivinatorias. ¿Cómo influenciar al divino para que ocurra lo deseable, lo necesario, lo agradable?, a través del culto, el sacrificio, la magia.

Las religiones son sistemas de conocimiento que nos permiten hurgar en el pasado, explicando las primeras causas, desarrollando un sentido de historia y organizando tradiciones, e influir el futuro. El conocimiento de las tradiciones es compartido por el grupo. Seguir perteneciendo al grupo, aun después de la muerte, depende de asumir, en vida, el comportamiento que responda al conocimiento compartido. Ese comportamiento, compatible y aceptado por el grupo, es subordinado a parámetros, que llamamos valores.

[7] Una buena síntesis de la prehistoria de la matemática es el libro de Manoel de Campos Almeida, *Oriqens da Matemática,* Curitiba, 1998.

Los desafíos de lo cotidiano

Una de las cosas más importantes en nuestra relación con el medio ambiente es la obtención de alimentos y la protección de los elementos climáticos. Conociendo el medio ambiente, tendremos la capacidad de hacer que la seguridad y la alimentación dependan menos de factores como el clima.

Al dominar las técnicas de agricultura, pastoreo y construcción, los hombres pudieron permanecer en un mismo lugar, nacer y morir en el mismo sitio. Percibieron cuánto tiempo se necesitaba para que ocurriera la germinación y la gestación, el tiempo que transcurre entre el cultivo y la cosecha. En un cierto momento, una configuración del cielo coincidió con el brote de las pequeñas plantas. Éste es un mensaje divino. Se aprendió a interpretar estos mensajes, los cuales fueron generalmente traducidos en periodos característicos de lo que hoy se conoce como las estaciones del año.

El papel de la inseminación fue más difícil de percibir, pero el tiempo de la gestación al nacimiento se volvió reconocible. La regularidad del ciclo menstrual y la relación de su interrupción con la' gestación son claramente asociadas. El reconocimiento y registro del ciclo menstrual, asociado con las fases de la Luna, parece ser una de las primeras formas de etnomatemática.

La agricultura tuvo gran influencia en la historia de las ideas de los pueblos de la cuenca del Mediterráneo. Las teorías que permiten saber cuáles son los momentos adecuados para el cultivo surgen subordinadas a las tradiciones. Reconocer las estaciones y festejar su llegada, como respuesta a una petición y posterior agradecimiento al responsable por la regularidad, un divino, marcan los primeros momentos del culto y la religión. La asociación de la religión con la astronomía, con la agricultura y con la fertilidad es obvia.

La matemática se comienza a organizar como un instrumento de análisis de las condiciones del cielo y de las necesidades de

lo cotidiano. Podría continuar describiendo cómo, aquí y allí, en todos los rincones del planeta y en todos los tiempos, se desarrollaron ideas matemáticas que fueron importantes en la creación de sistemas de conocimiento y, consecuentemente, comportamientos, necesarios para lidiar con el ambiente, sobrevivir y explicar lo visible y lo invisible.

La cultura, que es el conjunto de comportamientos compatibilizados y de conocimientos compartidos, incluye valores. En una misma cultura, los individuos dan las mismas explicaciones y utilizan los mismos instrumentos materiales e intelectuales en su día a día. El conjunto de esos instrumentos se manifiesta en las maneras, en las habilidades, en las artes, en las técnicas, en las formas de relacionarse con el ambiente, de entender y explicar hechos y fenómenos, de enseñar y compartir todo eso, que es la *materna* propia al grupo, a la comunidad, al *etno*. Es decir, en su etnomatemática.

Claro, en ambientes diferentes, las etnomatemáticas son diferentes. Los esquimales en el Círculo Polar ártico cuando están buscando nutrirse, no pueden pensar en sembrar y, por tanto, no desarrollaron la agricultura, se dedicaron entonces a la pesca. Luego, ellos tienen que saber cuál es la mejor hora para pescar. Deben pescar mucho, tal vez todo el día. Pero la luz del día dura seis meses y la noche (oscura) seis meses. Por ello, su distribución de tiempo y la percepción que tienen de los cielos y de las fuerzas que influencian su día a día, es muy distinta de aquellos que tienen su cotidiano en la región del Mediterráneo o en la franja ecuatorial. Su astronomía y su religión son distintas de aquellas que surgieron en la región del Mediterráneo o en la franja ecuatorial, así como las maneras de tratar con su cotidiano. Su etnomatemática es diferente.

Una de las cosas principales que aparece en el inicio del pensamiento matemático son las formas de contar el tiempo. En la historia

de la matemática (y ahora hablo de la matemática académica, que tiene su origen en Grecia), los grandes nombres son ligados a la astronomía. La geometría, en su origen y en el propio nombre, está relacionada con las mediciones de terreno. Como nos cuenta Heródoto, la geometría fue aprendida de los egipcios, donde era más que una simple medición de terreno, teniendo que ver con el sistema de impuestos de las áreas productivas. Detrás de ese desarrollo vemos todo un sistema de producción y una estructura económica, social y política, que exigía mediciones de la tierra y, al mismo tiempo, aritmética para tratar con la economía y con la cuenta del tiempo.

Mientras ese sistema de conocimiento se desarrollaba, hace más de 2 500 años, en las civilizaciones en torno al Mediterráneo, los pueblos indígenas de la amazonia estaban también intentando conocer y tratar con su ambiente, desarrollando sistemas de producción y sistemas sociales, que igualmente necesitaban mediciones de espacio y de tiempo. Asimismo, los esquimales, las civilizaciones andinas, y aquellas de China, de la India, de África subsahariana, en fin, de todo el planeta, todas estaban desarrollando sus maneras de conocer.

La dimensión epistemológica

¿Conocer qué? ¿Sistema de conocimiento para qué? Los sistemas de conocimiento permiten la supervivencia, pero de igual forma responden a cuestiones existenciales fundamentales, tales como: ¿De dónde vengo? ¿Hacia dónde voy? ¿Cuál *es* mi pasado y el pasado de mi gente? ¿Cuál será el futuro, el mío y el de mi gente? ¿Cómo ir más allá del momento actual, inmerso en mis cuestionamientos y objetivos, al pasado y al futuro? ¿Cómo trascender el aquí y el ahora?

Los sistemas de conocimiento son conjuntos de respuestas que un grupo da a los impulsos de supervivencia y de trascendencia, inherentes a la especie humana. Son los hechos y los saberes de una cultura. ¿Cómo se relacionan saberes y hechos?

La gran controversia en la historia de la ciencia es la relación entre lo empírico y lo teórico, que se resume en tres cuestiones directas:

1. ¿Cómo pasamos de las observaciones y las prácticas *ad hoc* a la experimentación y al método?
2. ¿Cómo pasamos de la experimentación y el método a la reflexión y a la abstracción?
3. ¿Cómo pasamos hacia las invenciones y las teorías?

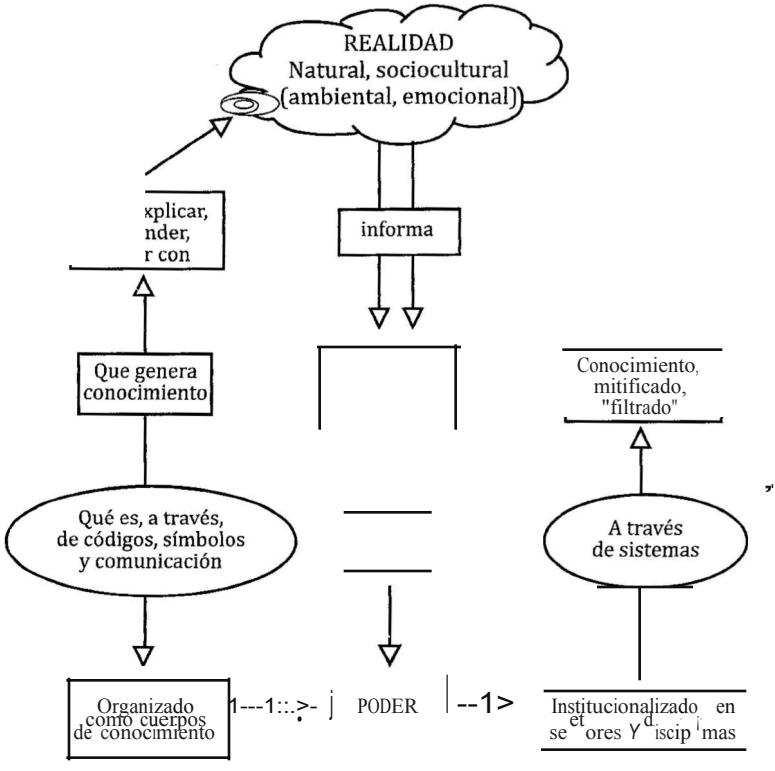
Esa secuencia sirve de base para explicar la evolución del conocimiento, es decir, para cimentar una teoría del conocimiento, o epístemologfa."

Mi crítica a la epistemología es que se enfoca al conocimiento ya establecido, de acuerdo con los paradigmas aceptados en el tiempo y en el momento. Pero la dinámica de la generación del conocimiento, de su organización intelectual y social, de su difusión y, consecuentemente, del regreso de ese conocimiento a aquellos responsables de su producción, constituye un ciclo indisoluble y los intentos de estudiar ese ciclo aislando sus componentes es inadecuado para sistemas de conocimiento no occidentales. Eso queda muy claro cuando se buscan enfoques teóricos para la etnomatemática. Como dice Eglash, la matemática (occidental) es vista como la culminación de un desarrollo secuencial y único del

[8] Ubiratan D' Ambrosio, *Severa/ Dimensions of Science Education. A Latin American Perspective,* 1990.

pensamiento humano. Esa percepción, que él clasifica como mitología, se confunde con las epistemologías dominantes.[9]

Mi propuesta de una epistemología adecuada para entender el ciclo del conocimiento de forma integrada puede resumirse en el siguiente esquema:



La fragmentación de ese ciclo es absolutamente inadecuada para entender el ciclo del conocimiento. La historiografía asociada con la

[9] Eglash, Ron, "Anthropological Perspectives on Ethnomathematics", en Helaine Selin (ed.], *Mathematics Across Cultures. The History of Non-Western Mathematics*, 2000, pp. 13-22.

fragmentación del ciclo no puede llevarnos a una percepción integral de la evolución de la humanidad. La fragmentación es particularmente inadecuada para analizar el conocimiento matemático de las culturas periféricas."

La dimensiónpolítica

Hace cerca de 2 500 años surgió una alternancia de poder en la región del Mediterráneo. Egipcios y babilónicos alternaron su hegemonía, subordinando su conocimiento y comportamiento a un amplio politeísmo. Fueron desafiados por la gran innovación, propuesta por los judíos, de un dios único y abstracto.

Los griegos *y,* después, los romanos, paganos politeístas, expanden el dominio del Mediterráneo al este, conquistando civilizaciones milenarias, como las de Persia y la India, y hacia al norte europeo, conquistando los pueblos bárbaros. Grecia y Roma que imponen sus sistemas de conocimiento y su organización social y política a los pueblos conquistados, son igualmente desafiados por la idea de un dios único *y* abstracto, sobre todo por la idea emergente del cristianismo.

Con la adopción, en el siglo IV, del monoteísmo cristiano, Roma impone no sólo su política, ciencia, tecnología y filosofía, sino, prioritariamente, la nueva religión a gran parte de la Eurasia por encima del Trópico de Cáncer.

El Imperio romano, imponiendo sus formas de responder a los impulsos de supervivencia y de trascendencia, se mostró eficaz en el encuentro con otras culturas, teniendo éxito en la conquista y

[10] D'Ambrosio, Ubiratan, "The Cultural Dynamics of the Encounter of Two Worlds after 1492 As Seen in the Development of Scientific Thought", *Jmpact of Science on Society,* núm. 167, vol. 42/3, 1992, pp. 205-214.

en la conversión religiosa, y, consecuentemente, en la expansión de su poder.

El apogeo de su éxito ocurrió en la transición de los siglos XV al XVI. En cerca de 25 años, navegantes de España y de Portugal circunnavegaron el globo. Fueron inmediatamente acompañados por otras naciones europeas y, a través de los mares, fueron al norte, sur, este y oeste, en todas direcciones, conquistando pueblos y llevando las explicaciones y modos de tratar con su entorno, modos y estilos de producción y de poder. Así inició el proceso de globalización del planeta.

Claro que, al hablar de conquista, estamos admitiendo un conquistador y un conquistado. El conquistador no puede permitir que los conquistados se manifiesten. La estrategia fundamental en el proceso de la conquista, adoptada por un individuo, un grupo o una cultura (dominador), es mantener inferiorizado al otro individuo, grupo o cultura (dominado) inferior. Una forma, muy eficaz, de mantener a un individuo, grupo o cultura en una relación de inferioridad es debilitar sus raíces, removiendo los vínculos históricos y la historicidad del dominado. Esa es la estrategia más eficiente para hacer efectiva la conquista.

La remoción de la historicidad implica la remoción de la lengua, la producción, la religión, la autoridad, el reconocimiento, la tierra, la naturaleza y los sistemas de explicación en general. Por ejemplo, hoy cualquier indígena sabe el Padre nuestro y el Avemaría, cree en Dios y en Cristo, aunque todo este sistema no tenga nada que ver con sus tradiciones. Al ver destruido o modificado el sistema de producción que garantiza su sustento, el dominado pasa a comer y a degustar de lo que el dominador come.

Así, las estrategias del dominado para sobrevivir y trascender son eliminadas y sustituidas. En algunos casos, el propio individuo conquistado se elimina, en un evidente acto de genocidio.

Durante cerca de 300 años, no sólo la cultura fue eliminada, sino también los individuos de esa cultura, como sucedió con los

indígenas en la Costa Atlántica de las américas y en el Caribe, que fueron exterminados. En otras regiones del planeta, muchos individuos sobrevivieron. Éstos se mantuvieron como grupos culturales marginados y excluidos, o fueron cooptados y asimilados a la cultura del dominador.[11] Sin embargo, una cultura latente, a menudo disfrazada o clandestina, se mantuvo durante el periodo de la colonización.

Debemos destacar lo que sucedió con la importación de africanos para el trabajo esclavo en las américas. El Nuevo Mundo pasó, y todavía pasa, por grandes transformaciones debidas al encuentro de las culturas indígenas, africanas y europeas. El traslado y la preservación de culturas africanas al Nuevo Mundo, incorporando y modificando tradiciones lingüísticas, religiosas, artísticas y, sobre todo, científicas, todavía es poco analizada por los historiadores.[12]

En las escuelas ocurre una situación semejante. La escuela se amplió, acogiendo jóvenes de *todo* el pueblo, a los cuales se les ofrece la posibilidad de ascenso social. Pero este ascenso se da en función de los resultados, que es una modalidad de cooptación. Sistemas adecuados para la selección de los que van a merecer ascenso son creados y justificados por teorías convenientes de comportamiento y de aprendizaje. Un instrumento selectivo de gran importancia es el lenguaje. El latín fue el patrón, después sustituido por las normas cultas del lenguaje. Todavía hoy, muchos niños se inhiben al hablar porque saben que no lo hacen correctamente y callan. Luego, la matemática, también asumió un papel de instrumento de

[11] La cooptación es la forma más cruel de dominación. El cooptado fue el "capitáodornato" de la historia de la esclavitud, es el obrero premiado simbolizado en el filme *O homem que pirou suco,* de [oáo Batista de Andrade (1981), será el *bladerunner* [cazador de androides] del futuro. La denuncia más dramática y transparente de la cooptación practicada en el colonialismo es el personaje *Gunga Din,* de un poema de Rudyard Kipling, que dio origen a la película del mismo nombre, dirigido por Georges Stevens (1939).

[12] Un excelente estudio sobre la preservación de las tradiciones africanas en Brasil se encuentra en el video *Atléintico Negro -Nas rotas dos Orixás,* un documental de Renato Barbieri, Videografía Criacáo e Producáo, 1998.

selección. ¡Y sabemos que muchos niños aún son reprendidos por hacer cuentas con los dedos!

¿Cómo explicar lo que pasa con los pueblos, comunidades e individuos en su encuentro con lo diferente? Cada individuo carga consigo raíces culturales que vienen de su hogar. Aprende de los padres, de los amigos, del vecindario, de la comunidad. El individuo pasa algunos años adquiriendo esas raíces. Al llegar a la escuela ocurre un proceso normal de refinamiento, transformación y sustitución de esas raíces. Muy semejante a lo que se da en el proceso de la conversión religiosa.

El momento del encuentro cultural tiene una dinámica muy compleja. Ese encuentro se da entre pueblos, como pasó en la conquista y en la colonización, o entre grupos. También ocurre durante el encuentro de niños o jóvenes, que tienen sus propias raíces culturales, con la otra cultura, la cultura de la escuela, con la cual el profesor se identifica. El proceso tle civilización, y podemos decir lo mismo del proceso escolar, es esencialmente la conducción de esa dinámica.

La dinámica escolar podría también tener resultados posítívbs y creativos, que se manifiesten en la generación de lo nuevo. Pero generalmente se observan resultados negativos y perversos, que se manifiestan sobre todo en el ejercicio del poder y en la eliminación o la exclusión de lo dominado.

La conversión depende de que el individuo olvide y rechace sus raíces. Pero un individuo sin raíces es como un árbol sin raíces o una casa sin cimientos. ¡Se cae al primer viento! Individuos sin raíces sólidas son más frágiles, no resisten los asedios. El individuo necesita una referencia, que no se sitúa en las raíces de otros, sino, más bien, en sus propias raíces. Si no tiene raíces, al caer, se agarra de otro y entra en un proceso de dependencia, campo fértil para la manifestación perversa del poder de un individuo sobre otro.

Estamos presenciando este proceso en los sistemas escolares y en la sociedad. Es el poder de los que saben más, de los que tienen

más, de los que pueden más. ¿Qué alimenta al poder del dominador? Ese poder sólo puede tener continuidad si tiene alguien que dependa de él, que se agarre a él. ¿Y quién se va a agarrar a él? Con toda certeza, aquellos que no tienen raíces.

Esa *fue* la eficiente estrategia adoptada por el colonizador. Eliminar la historicidad del conquistado, es decir, eliminar sus raíces. El proceso de descolonización, que se festeja con la adopción de una bandera, de un himno, de una constitución, es incompleto si no reconocen las raíces culturales del colonizado.

La etnomatemática encaja en esta reflexión sobre la descolonización y en la búsqueda de posibilidades reales de acceso para el subordinado, el marginado y el excluido. La estrategia más prometedora para la educación, en las sociedades que están en transición de la subordinación a la autonomía, es restaurar la dignidad de sus individuos, reconociendo y respetando sus raíces. Reconocer y respetar las raíces de un individuo no significa ignorar y rechazar las raíces del otro, sino, en un proceso de síntesis, reforzar *sus* propias raíces. Esa es, en mi pensar, la vertiente más importante de la etnomatemática.

la dimensión educativa

La propuesta de la etnomatemática no significa el rechazo de la matemática académica, como sugiere el desafortunado título, "Goodbye, Pythagoras", que el periódico *Chronicle of Hiqlier Education* dio a un excelente reportaje que publicó sobre etnomaternática, ya mencionado en la introducción. No *se* trata de ignorar ni rechazar la matemática académica, simbolizada por Pitágoras. Por circunstancias históricas, nos guste o no, los pueblos que, a partir del siglo xvr, conquistaron y colonizaron todo el planeta, tuvieron éxito gracias al conocimiento y comportamiento que se apoyaba en Pitágoras y sus compañeros de la cuenca del Mediterráneo. Hoy en día, son esos conocimientos y comportamientos, incorporados en la modernidad,

los que conducen nuestro día a día. No se trata de ignorar ni rechazar el conocimiento y comportamiento modernos, pero sí de que se mejoren, incorporando los valores de la humanidad, sintetizados en una ética de respeto, solidaridad y cooperación.

Conocer y asimilar la cultura del dominador se torna positivo cuando las raíces del dominado son fuertes. En la educación matemática, la etnomatemática puede fortalecer esas raíces.

Desde un punto de vista utilitario, que no puede ser ignorado como una meta muy importante de la escuela, es un gran equívoco pensar que la etnomatemática puede sustituir una *buena matemática académica,* que es esencial para un individuo activo en el mundo moderno. En la sociedad moderna, la etnomatemática tendrá utilidad limitada, pero, de igual forma, mucha de la matemática académica es absolutamente inútil en esa sociedad.

Cuando digo *buena matemática académica* estoy excluyendo lo que es falto de interés, obsoleto e inútil y que, desafortunadamente, domina los programas vigentes. Es obvio que una *buena matemática académica* será alcanzada si dejamos de lado mucho de lo que aún está en los programas sin alguna otra justificación que la de un conservadurismo dañino y un carácter propedéutico insostenible. Se suele decir: "es necesario aprender *eso* para adquirir bases para aprender *aquello".* El hecho es que "aquello" debe estar fuera y, aún con mayor razón, "eso".

Por ejemplo, en la actualidad es inadmisible pensar en la aritmética y el álgebra, las cuales privilegian el raciocinio cuantitativo, sin el uso pleno de las calculadoras. A partir de la Baja Edad Media, el raciocinio cuantitativo posibilitó los grandes avances de la matemática, gracias a los recursos de cuantificación de los resultados experimentales fue que pasó a dominar la educación matemática." El raciocinio cuantitativo fue la razón de ser de las

[13] Es ilustrativo del dominio de lo cuantitativo sobre lo cualitativo el cambio de nombre de la disciplina central del pensamento moderno, de Análisis a Cálculo, ocurrida en el transcurso del siglo XIX.

calculadoras y computadoras. Y ahora, la mayor realización educativa del raciocinio cuantitativo, que es el cálculo (aritmético, algebraico, diferencial, integral), está integrada a las calculadoras y a las computadoras.[14]

Por otro lado, el razonamiento cualitativo, también llamado analítico, fuertemente conceptual, que había sido retomado a partir del siglo XVII, ganó importancia en el mundo moderno, dando origen a nuevas áreas de las matemáticas que se desarrollaron en la segunda mitad del siglo XX, tales como la estadística, la probabilidad, la programación, la modelación, los *fuzzies* y fractales. Actualmente, una de las áreas de investigación más activas, que es la inteligencia artificial, apunta a incorporar en las computadoras el razonamiento cualitativo.

Puede parecer contradictorio que hablemos de una matemática tan sofisticada como *fuzzies* y fractales al hacer la propuesta de etnomatemática. Pero justamente lo esencial de la etnomatemática es incorporar la matemática del momento cultural, contextualhada, a la educación matemática. Los fractales son, hoy, parte del imaginario y de la curiosidad popular. Despiertan, por tanto, el interés de niños, jóvenes y adultos.[15]

El razonamiento cualitativo es esencial para llegar a una nueva organización de la sociedad, pues permite ejercer la crítica y el análisis del mundo en que vivimos. Debe, sin ninguna vacilación, ser incorporado en los sistemas educativos. Esa incorporación se da introduciendo en los programas, en todos los niveles de escolaridad, estadística, probabilidad, programación, modelación, *fuzzies,* fractales y otras áreas emergentes en la ciencia actual.

[14] Véase el interesante artículo de Anthony Ralston, "Let's Abolish Pencil-and-Paper *Arithmetic", journal of Computers in Mathematics and Science Teaching,* vol. 18, núm. 2, 1999, pp.173-194.

[15] Un ejemplo de cómo estas teorías modernas y avanzadas pueden ser relacionadas con la etnomatemática se expone en el libro de Ron Eglash, *African Fractals. Modern Computing and Indigeneous Design,* 1999.

La etnomatemática privilegia el razonamiento cualitativo. Un enfoque etnomatemático está siempre ligado a una cuestión mayor, de naturaleza ambiental o de la producción, y la etnornatemática raramente se presenta desvinculada de otras manifestaciones culturales, tales como el arte y la religión. La etnomatemática se encuadra perfectamente en una concepción multicultural y holística de la educación.

El multiculturalismo se está volviendo la característica más notable de la educación actual. Con la gran movilidad de personas y familias, las relaciones interculturales serán muy intensas. El encuentro intercultural genera conflictos que sólo podrán ser resueltos a partir de una ética que resulta del conocimiento de sí mismo, del individuo, de su cultura y del respeto a la cultura del otro. El respeto vendrá del conocimiento. De otra manera, el comportamiento revelará arrogancia, superioridad y prepotencia, lo cual resulta, inevitablemente, en confrontación y violencia.

Nuestra misión de educadores tiene como prioridad absoluta generar PAZ en las generaciones futuras. No nos podemos olvidar de que esas generaciones vivirán en un ambiente multícultural, §o!!S relaciones serán interculturales y su día a día estará impregnado de tecnología. Tal vez convivan humanos con individuos clonados y transgénicos y aun con androides. Un escenario de ficción, como se ve en las películas *Cazador de androides* y *Matrix,* puede hacerse realidad. No sabemos, aún, cómo lidiar con eso.

Son las generaciones futuras las que van a organizar el mundo del futuro. Hoy todavía no sabemos qué hacer en un futuro con asuntos que aún están en el ámbito de la ficción, pero que van, con rapidez, volviéndose realidad.

¿Cómo podemos enseñarles a construir su mundo de paz y de felicidad? El futuro será construido por ellos. ¿Qqé les podemos ofrecer para construir un futuro sin los males del presente? La manera en la cual las generaciones pasadas lidiaron con el futuro, anclada en todo el conocimiento que la modernidad ofreció, generó

nuestro presente. Un presente angustiante, de desigualdades, injusticias, arrogancia, exclusión, destrucción ambiental, conflictos inter e intraculturales, guerras. No es eso lo que debemos entregar a nuestros bisnietos y tataranietos y a las generaciones futuras.

Como educadores, podemos ofrecer a los niños de hoy, que constituyen la generación que en 20 o 30 años estará en posición de decidir; una visión crítica del presente y los instrumentos intelectuales y materiales de que disponemos para esa crítica. Estamos viviendo una profunda transición, con mayor intensidad que en cualquier otro periodo de la historia, en la comunicación, en los modelos económicos y sistemas de producción, y en los sistemas de gobierno y en la toma de decisiones.

La educación en esa transición no se puede enfocar en la mera transmisión de contenidos obsoletos, en su mayoría faltos de interés e inútiles, y sin consecuencias para la construcción de una nueva sociedad. Lo que podemos hacer para nuestros niños es ofrecerles los instrumentos explícitos, analíticos y materiales para que ellos puedan vivir, con capacidad de crítica, en una sociedad multicultural e impregnada de tecnología.[16]

La matemática se impuso con una fuerte presencia en todas las áreas de conocimiento y en todas las acciones del mundo moderno. Su presencia en el futuro será ciertamente intensificada, pero no en la forma practicada hoy. Será, sin duda, parte integral de los instrumentos comunicativos, analíticos y materiales. La adquisición dinámica de la matemática integrada en los saberes y hechos del futuro depende de ofrecer a los alumnos experiencias enriquecedoras. Depende del profesor del futuro idealizar, organizar y facilitar esas experiencias. Pero, para eso, el profesor deberá ser preparado con otra dinámica. Como dice Beatriz D'Ambrosio: "el futuro

[16] Los instrumentos comunicativos, analíticos y materiales, que llamo *literacia, materacia* y *tecnoracia,* son discutidos en el nuevo libro *Educaciio para urna sociedade em transicáo,* 1999.

profesor de matemática debe aprender nuevas ideas matemáticas de manera altematíva","

Veo como nuestra gran misión de educadores, la preparación de un futuro feliz, y como educadores matemáticos, tenemos que estar en sintonía con la gran misión del educador. Está equivocado el educador matemático que no percibe que hay mucho más, en su misión de educador, que enseñar a hacer cuentas o a resolver ecuaciones y problemas absolutamente artificiales, aunque, muchas veces, tenga la apariencia de estarse refiriendo a hechos reales.

La propuesta pedagógica de la etnomatemática es hacer de la matemática algo vivo, tratando con situaciones reales en el tiempo (ahora) y en el espacio (aquí), y, a través de la crítica, cuestionar el aquí y ahora. Al hacer eso, exploramos las raíces culturales y practicamos la dinámica cultural. Estamos, efectivamente, reconociendo la importancia, en la educación, de las diversas culturas y tradiciones en la formación de una nueva civilización, transcultural y transdisciplinar.

Como dice Teresa Vergani:

> La etnomatemática sabe que *un mundo unitario y plural* se está generando y que romper con el aislamiento entre culturas comienza por atender el problema de la "traducibilidad" recíproca.
>
> La primera característica híbrida de la etnomatemática a tener en consideración es su *empeño en el diálogo entre identidades (mundial] y alteridad (local), terreno en el que la matemática y la antropología se intersectan.*[18]

Por todo eso, veo a la etnomatemática como un camino para una educación renovada, capaz de preparar a las generaciones futuras para construir una civilización más feliz. Para que se logre

[17] Silva D' Ambrosio, Beatriz, "Formacáo de professores de Matemática para o século XXI: o grande desafio",*Pro-Posiciies,* vol. 4, núm. l [10), marzo, 1993, pp. 35-41.

[18] Vergani, Teresa, *Educacáo Etnomatemática:* o *que é?,* 2000, p. 12.

esa civilización, con la que sueño, y que creo puede ser alcanzada, es necesario alcanzar la PAZ, en sus diversas dimensiones: individual, social, ambiental y militar. La Organización de las Naciones Unidas, a través de la UNESCO, declaró al decenio que transcurre como la Década para una Cultura de Paz y de la no-Violencia. Todos los esfuerzos educativos deberían estar dirigidos hacia esta prioridad. La etnomatemática constituye una respuesta a ese llamado.

::: Capítulo 3. La dimensión cognitiva: conocimiento y comportamiento

Conocimiento y acción

La producción intelectual y social, así como la difusión del conocimiento, constituyen el marco general en el cual procuro desarrollar mis propuestas específicas para la educación matemática. Las ideas aquí presentadas pueden parecer un tanto vagas, imprecisas y exploratorias. Esto refleja lo que se podría llamar "el estado del arte" en la teoría del conocimiento. Sabemos muy poco sobre cómo pensamos. Los programas tradicionales de las disciplinas de la psicología, el aprendizaje y otras relacionadas, se vuelven obsoletos frente a las contribuciones recientes de la cibernética, de la inteligencia artificial y de los neurólogos.[1]

A lo largo de la historia se reconocen los esfuerzos de individuos y de todas las sociedades para encontrar explicaciones, formas

[1] La innegable importancia de Lev Vygotsky y Jean Piaget, al fundamentar sus teorías de aprendizaje en cuidadosas observaciones directas del sujeto en su propio ambiente, no justifica que sus teorías también dominen los programas de psicología en los cursos de formación de profesores. Una excelente síntesis de la psicología actual. enfocada a los primeros años de vida del niño, es el libro de Alisan Gopnik, Andrew N. Meltzoff y Patrícia K. Kuhl, *The Scientist* in *the Crib. Minds, Brains, and How Children Learn,* 1999.

de tratar y de convivir con la realidad natural y sociocultural. Esto da origen a los modos de comunicación y a las lenguas, a las religiones y a las artes, así como las ciencias y las matemáticas, en fin, a todo lo que llamamos conocimiento. Los individuos, y la especie como un todo, se destacan entre sus pares y alcanzan su potencial de creatividad porque conocen. Todo conocimiento es resultado de un largo proceso acumulativo, donde se identifican estadios, naturalmente no dicotómicos entre sí, como cuando se da la producción, la organización intelectual, la organización social y la difusión del conocimiento.

Esos estadios son, respectivamente, el objeto de la teoría de la cognición, de la epistemología, de la historia y sociología, y de la educación y política. Como un todo, ese proceso es extremadamente dinámico y jamás finaliza. Está, obviamente, sujeto a condiciones muy específicas de estímulo y de subordinación al contexto natural, cultural y social. Así es el ciclo de adquisición individual y social de conocimiento.

Mis reflexiones sobre educación multicultural me llevaron a ver la generación del conocimiento como primordial en todo ese pro, ceso. En realidad, la generación se da en el presente, en el momento de la transición entre el pasado y el futuro. Esto es, la adquisición y la elaboración del conocimiento se da en el presente como resultado de todo el pasado, individual y cultural, con proyección al futuro. Entiéndase futuro como el inmediato y, también, como el más lejano. Como resultado, la realidad se modifica e incorpora nuevos hechos, éstos son "artefactos" y "mentefactos" Ese comportamiento es intrínseco al ser humano y es resultado de los impulsos de supervivencia y de trascendencia.

Aunque se pueda reconocer ahí un proceso de construcción del conocimiento, mi propuesta es más amplia que el constructivismo, que se volvió efectivamente una propuesta pedagógica, con características estructuralistas que privilegian lo racional. El enfoque holístico que propongo incorpora lo sensorial, lo intuitivo, lo

emocional y lo racional a través de la voluntad individual de sobrevivir y de trascender. Esa propuesta tiene cierta concordancia con la filosofía de la educación de Comenius.[2]

Como ya dije anteriormente, veo en la supervivencia y en la trascendencia la esencia del ser [verbo] humano. El ser [sustantivo] humano, como todas las especies vivas, procura su supervivencia. La voluntad de trascender es el rasgo más distintivo de nuestra especie.

No se sabe de dónde proviene la voluntad de sobrevivir como individuo y como especie. Sin duda, está incorporada en el mecanismo genético desde el origen de la vida. Simplemente se constata que esa fuerza es la esencia de todas las especies vivas. Ninguna especie y, por tanto, ningún individuo, se orienta hacia su extinción. Cada momento es un ejercicio de supervivencia.

De igual forma, no sabemos cómo la especie humana adquiere la voluntad de trascender, que también parece estar incorporada en nuestro código genético. Esa también ha sido la materia filosófica central en toda la historia de la humanidad y en todas las culturas. En forma de alma, voluntad, libre albedrío, el impulso de trascender el momento de supervivencia es reconocido en varias manifestaciones del ser humano.

Las reflexiones sobre el presente, como la realización de nuestra voluntad de sobrevivir y de trascender, deben ser necesariamente de naturaleza transdisciplinar y holística. En este enfoque, el presente, que se considera como la interfaz entre pasado y futuro, está asociado a la acción y a la práctica.[3]

El centro de nuestro estudio es el hombre, como individuo integrado, inmerso en una realidad natural y social, lo que significa en permanente interacción con su medio ambiente, natural

[2] Covello Veja, Sergio Carlos, *Comenius. A construrcfo da pedagogía,* 1999.

[3] El instante es una cuestión filosófica de la misma naturaleza que Jo irracional, que dominó la filosofía desde la antiguedad griega.

emocional y lo racional a través de la voluntad individual de sobrevivir y de trascender. Esa propuesta tiene cierta concordancia con la filosofía de la educación de Comenius.[2]

Como ya dije anteriormente, veo en la supervivencia y en la trascendencia la esencia del ser [verbo] humano. El ser [sustantivo] humano, como todas las especies vivas, procura su supervivencia. La voluntad de trascender es el rasgo más distintivo de nuestra especie.

No se sabe de dónde proviene la voluntad de sobrevivir como individuo y como especie. Sin duda, está incorporada en el mecanismo genético desde el origen de la vida. Simplemente se constata que esa fuerza es la esencia de todas las especies vivas. Ninguna especie y, por tanto, ningún individuo, se orienta hacia su extinción. Cada momento es un ejercicio de supervivencia.

De igual forma, no sabemos cómo la especie humana adquiere la voluntad de trascender, que también parece estar incorporada en nuestro código genético. Esa también ha sido la materia filosófica central en toda la historia de la humanidad y en todas las culturas. En forma de alma, voluntad, libre albedrío, el impulso de trascender el momento de supervivencia es reconocido en varias manifestaciones del ser humano.

Las reflexiones sobre el presente, como la realización de nuestra voluntad de sobrevivir y de trascender, deben ser necesariamente de naturaleza transdisciplinar y holística. En este enfoque, el presente, que se considera como la interfaz entre pasado y futuro, está asociado a la acción y a la práctica.[3]

El centro de nuestro estudio es el hombre, como individuo integrado, inmerso en una realidad natural y social, lo que significa en permanente interacción con su medio ambiente, natural

[2] Covello Veja, Sergio Carlos, *Comenius. A construpio da pedagogía,* 1999.

[3] El instante es una cuestión filosófica de la misma naturaleza que lo irracional, que dominó la filosofía desde la antiguedad griega.

identificados como instinto, memoria, reflejos, emociones, fantasía, intuición, y otros elementos que, todavía, apenas podemos imaginar. Como observa Oliver Sacks, refiriéndose en especial a la percepción visual, pero aplicable a todos los sentidos.

> Alcanzarnos la constancia perceptiva -la correlación de todas las diferentes apariencias, las modificaciones de los objetos- muy pronto, en los primeros meses de vida. Se trata de una enorme tarea de aprendizaje, que se alcanza tan suavemente, tan inconscientemente, que su inmensa complejidad es mal percibida (aunque sea una conquista que ni las más grandes supercomputadoras pueden comenzar a encarar).[4]

La interacción del individuo con la realidad, de la cual es parte integrante y agente de transformaciones, es el gran desafío de las ciencias de la cognición, en particular de la inteligencia artificial. Como dice Humberto Maturana: "los seres humanos no existimos en un dominio de entidades y relaciones independientes, sino que existimos en un dominio de entidades y relaciones que resultan de coherencias operacionales de nuestra operación como seres humanos".

Más adelante, Maturana distingue el conocimiento matemático de otras formas de conocer: "los formalismos matemáticos no se aplican a una realidad independiente, ellos se aplican a coherencias de nuestro vivir en la medida en que encarnan configuraciones de relaciones que son isomórficas con las operaciones que realizamos cuando vivimos".[5]

[4] Sacks, Oliver, *Um antropólogo em Marte. Sete histórias paradoxais,* 1995, pp. 141-142.

[5] Maturana, Humberto, "The Effectiveness of Mathematical Formalisms" *Cybernetics & Human Knowing, vol.* 7, núm. 2-3, 2000, pp. 147-150.

Ir más allá de la supervivencia

El procesamiento de la información *(input)* tiene como resultado *(output)* estrategias para la acción. En otros términos, el hombre ejecuta su ciclo vital de comportamiento/conocimiento por la motivación animal de supervivencia, pero subordina ese ciclo a la trascendencia, a través de la conciencia del hacer/ saber, esto es, hace porque está *sabiendo* y sabe porque está *haciendo,* y esto tiene su efecto en la realidad, creando nuevas interpretaciones y usos de la realidad natural y artificial, modificándola por la introducción de nuevos hechos, artefactos y mentefactos. Aunque muy próximo a la nomenclatura abstracto/ concreto, prefiero artefacto /mentefacto, pues abstracto y concreto se refieren a la manera de captar los hechos, en tanto, al hablar de artefacto y mentefacto, nos estamos refiriendo a la generación de los hechos.

El conocimiento es el generador del saber, decisivo para la acción, y por consiguiente, es en el comportamiento, en la práctica, en el hacer, que se evalúa, redefine y reconstruye el conocimiento. La conciencia es la que impulsa la acción del hombre en dirección a la supervivencia y la trascendencia, al saber haciendo y hacer sabiendo. El proceso de adquisición del conocimiento es, por tanto, esta relación dialéctica saber/hacer, impulsado por la conciencia, y se realiza en varias dimensiones.

De las diversas dimensiones en la adquisición del conocimiento destacamos cuatro, que son las más reconocidas e interpretadas en las teorías del conocimiento: sensorial, intuitiva, emocional y racional. Por lo general se asocian al conocimiento religioso las dimensiones intuitiva y emocional, en tanto que el conocimiento científico es favorecido por lo racional, y lo emocional prevalece en las artes. Naturalmente, esas dimensiones no son dicotómicas ni jerárquicas, son complementarias. Del mismo modo en que no hay dicotomía entre el saber y el hacer, no hay priorización entre uno y otro, ni hay prevalencia en las diversas dimensiones del proceso. Todo se

complementa en un todo que es el comportamiento y que tiene como resultado el conocimiento.

Consecuentemente, las dicotomías cuerpo/mente, materia/espíritu, manual/intelectual y otras tantas que se impregnaron en el pensamiento moderno, son artificiales.

En los últimos 50 años se nota un impresionante desarrollo de la moderna ciencia de la cognición, que es una amalgama de, entre otras cosas, psicología, biología, inteligencia artificial, lingüística y filosofía. Se observa, en comparación con la psicología experimental, una atención excesiva de los procesos mentales internos. Hoy en día, la propia ciencia de la cognición procura entender los factores que permiten la interacción de los sujetos con su ambiente. Un ejemplo es la llamada ciencia cognitiva encarnada. ¡De este modo surge el robot emocional!

En el Laboratorio de Inteligencia Artificial del Massachusetts Institute of Technology, se están desarrollando dos robots: Cog, que es análogo a un niño y aprende a coordinar sus movimientos-para explorar su ambiente, y Kísmet, construido para interactuar con los humanos a través de la postura corporal y expresiones faciales. Lo interesante es que hay, en el proyecto, un teólogo, cuya presencia es justificada por varias cuestiones: ¿Qué significa ser humano? ¿Nuestras reacciones son desarrolladas de un modo mecánico, funcionalista? ¿O hay una dimensión social asociada a nuestras reacciones?, ello además de innumerables cuestiones éticas.[6] Estos asuntos son básicos para los estudios sobre conocimiento y comportamiento humano, uno de los principales objetivos de la etnomatemática.

La nueva percepción de lo que es cognición nos ofrece una reciente área de investigación, denominada inteligencia artificial, la cual es intrigante y desafiante para la educación.[7]

[6] Dreifus, Claudia, "Do Androids Dream? M.I.T. 15 Working on It (A Conversation with Anne Foerst]", *The N~w YQrk Times,* 7 Q~ IlQV!~mbr~ ct~ iOQQ,

[7] Anthony Ralston, "Let's Abolish Pencíl-and-Paper Arithmetic", *Journal of Computers in Mathematícs and Scíence Teaching,* vol.18, núm. 2, 1999; pp.173-194.

La ignorancia de los nuevos enfoques de la cognición tiene un reflejo perverso en las prácticas pedagógicas, que se niegan, posiblemente en razón de esa ignorancia, a aceptar la tecnología. Existe una enorme resistencia de los educadores, en particular de los educadores matemáticos, a la tecnología. ¿El caso más dañino es la resistencia al uso de la calculadora? Las computadoras y el internet son, también, ignorados en los currículos de matemática. Claramente, la introducción de calculadoras y de computadoras no es sólo una cuestión de metodología. En función de la tecnología disponible, surgen nuevos objetivos para la educación matemática. Muchas veces la resistencia viene envuelta en un discurso ideológico obsoleto, que dificulta la superación de los males del capitalismo perverso, identificados en la inequidad, arrogancia y prepotencia, tan comunes en las escuelas actuales. Asimismo, nuevos contenidos, importantes y actuales, nunca podrían ser abordados sin la informática.

Muchos estarán pensando que con eso me desvío de la etnomatemática; por el contrario: evoco los fractales, que tanto desde el punto de vista pedagógico como desde el punto de vista cultural son muy atractivos para los niños. Es interesante el estudio que ~on Eglash hace de la arquitectura, de la urbanización, de la decoración corporal -como los tatuajes y peinados- de las culturas africanas, se nota, en todos esos casos, la presencia de una estructura fractal, bien estudiada por Eglash.[8]

De lo individuala lo colectivo

El presente, interfaz entre el pasado y el futuro, se manifiesta en la acción. Asimismo, el presente está identificado con el comportamiento, tiene la misma dinámica del comportamiento, esto es, se

[8] Eglash, Ron, *African Fractals. Modern Computing and lndigeneous Design,* 1999.

alimenta del pasado, es resultado de la historia del individuo y de la colectividad, de conocimientos anteriores, individuales y colectivos, condicionados por la proyección en el futuro. Todo a partir de la información proporcionada por la realidad. En la realidad están depositados los hechos que informan al (los) individuo(s).

Las informaciones son procesadas por el (los) individuo(s) y resultan en estrategias de acción. Como resultado de las acciones, nuevos hechos (artefactos o mentefactos) son incorporados a la realidad, obviamente modificándola, agregándose a la colección de hechos que la constituyen. La realidad está, por tanto, en incesante modificación. El pasado se proyecta así, por la intermediación de individuos, en el futuro. Una vez más, la dicotomía pasado y futuro resulta artificial, pues el instante que viene del pasado y se proyecta al futuro adquiere así lo que sería una transdimenionalidad que podríamos pensar como un pliegue (un *pli,* en el sentido de las catástrofes de René Thom[9]). Ese repensar la dimensionalidad del instante da a la vida, incluidos los "instantes" del nacimiento y de la muerte, un carácter de continuidad, de fusión, en un instante del pasado y del futuro.

Reconocemos, por tanto, que no puede haber un presente congelado, como no hay una acción estática, como no hay comportamiento sin retroalimentación instantánea (evaluación) a partir de sus efectos. Así, el comportamiento es el vínculo entre la realidad, que informa, y la acción, que la modifica.

La acción genera conocimiento, que es la capacidad de explicar, de lidiar, de manejar, de entender la realidad, la *materna.* Esa capacidad se transmite y se acumula horizontalmente durante la convivencia con los otros contemporáneos, a través de comunicaciones, y, verticalmente, de cada individuo para sí mismo (memoria) y de cada generación para las próximas generaciones (memoria histórica).

[9] D'Ambrosio, Ubiratan, "Teoria das catástrofes: Um estudo em sociología da ciencia", *THOT. Urna publicacáo transdtsciplinar da Associaciio Palas Athena,* núm. 67, 1997, pp. 38-48.

Observemos que es a través de lo que llamamos memoria -que es un forma de información de la misma naturaleza que los mecanismos sensoriales- cuando las experiencias vividas por un individuo en el pasado se incorporan a la realidad e informan a ese individuo de la misma manera que los demás hechos de la realidad.

El individuo no está solo. Hay billones de otros individuos de la misma especie con el mismo ciclo vital. "... la REALIDAD informa al INDIVIDUO que procesa y ejecuta una ACCIÓN que modifica la REALIDAD que informa al INDIVIDUO ...", y también billones de individuos de otras especies con comportamiento propio, realizando un ciclo vital semejante, contribuyen, incesantemente, en un espacio para modificar la realidad. El individuo está inserto en una realidad cósmica, como un vínculo entre toda la historia, desde el inicio de los tiempos y de las cosas, hasta el momento, el ahora y aquí." Todas las experiencias del pasado, reconocidas e identificadas o no, constituyen la realidad en su totalidad y determinan un aspecto del comportamiento de cada individuo. Su acción resulta del procesamiento de informaciones recuperadas, éstas incluyen las experiencias de cada individuo y las experiencias en su totalidad, incluyendo todas aquellas que vivieron individuos y que, en su mayoría, son irrecuperables. La recuperación de esas experiencias (memoria individual, memoria cultural, memoria genética) constituye uno de los desafíos del psicoanálisis, de la historia y de otras innumerables ciencias. Constituye incluso el fundamento de ciertos modos de explicación (artes y religiones).

En una dualidad temporal, esos mismos aspectos de comportamiento se manifiestan en las estrategias de acción que resultarán en nuevos hechos -artefactos y mentefactos- que se darán en el futuro y que, una vez generados, se incorporarán a la realidad.

Las estrategias de acción son motivadas por la proyección del individuo al futuro (sus voluntades, sus ambiciones, sus

[10] El principio, el comienzo de los tiempos, como aparece en los sistemas de explicaciones.

motivaciones y otros tantos factores), tanto en el futuro inmediato como en el futuro lejano. Ese es el sentido de trascendencia al que me refería anteriormente.

El proceso de generación de conocimiento de cada individuo como acción a partir de informaciones de la realidad es también vivido por el otro, en el mismo instante. La realidad es percibida diferente, esto es, las informaciones recibidas por cada individuo son diferentes. Obviamente, esas informaciones son procesadas de forma diferente y, como resultado, las acciones son, en general, diferentes. El comportamiento y el conocimiento son, en consecuencia, diferentes, y muchas veces entran en conflicto.

Los momentos vividos por dos individuos en interacción son mutuamente enriquecidos gracias a la comunicación, que permite que ambos enriquezcan sus informaciones a través de la información que comunica el otro.

El descubrimiento del otro y de los otros, presencial o históricamente, es esencial para el fenómeno de la vida. Aunque los mecanismos para captar información y de procesarla, definiendo estrategias de acción, sean absolutamente individuales, y se mantengan como tal, son enriquecidos por la exposición mutua y por la comunicación, que evidentemente es un pacto (contrato) entre individuos. El establecimiento de ese pacto es un fenómeno esencial para la continuidad de la vida.

Particularmente en la especie humana, es la comunicación la que permite definir estrategias para la acción común. Esto no presupone la eliminación de la capacidad de acción propia de cada individuo, inherente a su voluntad '(libre albedrío), pero puede inhibir ciertas acciones; esto es, la acción común que resulta de la comunicación puede ser interpretada como una inacción resultante del pacto. Así, a través de la comunicación se pueden originar acciones deseables para ambos e inhibir acciones, esto es, generar inacciones, no deseables para una o para ambas partes. De ese modo, se hace posible lo que identificamos como el convivir.

Insisto en el hecho de que esos mecanismos de inhibición no transforman los mecanismos, propios de cada individuo, de captar y de procesar informaciones. Cada individuo tiene esos mecanismos y es eso lo que mantiene la individualidad e identidad de cada ser. Ninguno es igual a otro en su capacidad de captar y protesar miorrnanones enrrn rmsmo rnstarúe, rnrnerso en una misma realidad.

Esas nociones fácilmente se generalizan para un grupo, para la comunidad y para un pueblo, a través de la comunicación social y de un pacto social que, insisto, toma en cuenta la capacidad de cada individuo y no elimina su voluntad propia, esto es, su libre albedrío. El conocimiento generado por la interacción común, resultante de la comunicación social, será un complejo de códigos y símbolos que son organizados intelectual y socialmente, constituyendo un conocimiento compartido por el grupo.

De la misma forma, el comportamiento generado por la interacción común, resultante de la comunicación social, será subordinado a parámetros que traduzcan el pacto de concretizar acciones deseables para todos e inhibir acciones no deseables para una o pasa ambas partes. El conjunto de esos parámetros constituyen el sistema de valores del grupo, que permiten un comportamiento compatibilizado.

La asociación, simbiótica, de conocimientos compartidos y de comportamientos compatibilizados constituye lo que se llama cultura.

La cultura se manifiesta en el complejo de saberes/haceres, en la comunicación, en los valores acordados por un grupo, una comunidad o un pueblo. La cultura es lo que va a permitir la vida en sociedad.

Cuando las sociedades y, por tanto, los sistemas.culturales, se encuentran y se exponen mutuamente, están sujetas a una dinámica de interacción que produce un comportamiento intercultural que se observa en grupos de individuos, en comunidades, en tribus

y en las sociedades como un todo. Los resultados de esa dinámica de encuentro son las manifestaciones interculturales, que se identifican a lo largo de la historia de la humanidad.

En algunos casos, en el encuentro se da el predomino de un sistema sobre el otro, algunas veces, la substitución de un sistema por otro y hasta la misma supresión y la eliminación total, pero en la mayoría de los casos el resultado es la generación de nuevos sistemas de explicaciones, incluso dominadas por las tensiones emocionales, las relaciones entre individuos de una misma cultura (íntraculturales) y, sobre todo, las relaciones entre individuos de culturas distintas (interculturales) representan el potencial creativo de la especie. Así como la biodiversidad representa el camino para el surgimiento de nuevas especies, en la diversidad cultural reside el potencial creativo de la humanidad.

Etnomatemática

La exposición anterior sintetiza la fundamentación teórica que sirve de base a un programa de investigación sobre la generación, organización intelectual, organización social y difusión del conocimiento. En el lenguaje disciplinar, se podría decir que es un programa interdisciplinar comprendiendo lo que constituye el dominio de las llamadas ciencias de la cognición, de la epistemología, de la historia, de la sociología y de difusión (lo que incluye la educación).

Metodológicamente, ese programa reconoce que, en su aventura en cuanto especie planetaria, la especie *hamo sapiens,* así como las demás especies que la precedieron, esto es, los varios homínidos reconocidos desde hace cuatro y medio millones de años, sustentan su comportamiento en la adquisición de conocimiento, de hacer(es) y de saber(es) que les permite sobrevivir y trascender

a través de formas, de modos, de técnicas y artes de explicar; de conocer, de entender, de lidiar, de convivir con la realidad natural y sociocultural en la cual está inserta.

Naturalmente, en todas las culturas y en todos los tiempos, el conocimiento, que es generado por la necesidad de una respuesta a problemas y situaciones distintas, está subordinado a un contexto natural, social y cultural.

Individuos y pueblos, a lo largo de sus existencias y a lo largo de la historia, han creado y desarrollado instrumentos de reflexión, de observación, instrumentos materiales e intelectuales (que llamo *tícas)* para explicar, entender, conocer, aprender para saber y hacer (que llamo *materna)* como respuesta a necesidades de supervivencia y de trascendencia en diferentes ambientes naturales,.sociales y culturales (que llamo *etnos)*. Es por ello que llamamos a lo expuesto con anterioridad el Programa Etnomatemática.

El nombre surgiere el cuerpo de conocimiento reconocido académicamente como matemática. De hecho, en todas las culturas encontramos manifestaciones relacionadas, y de igual forma identificadas, con lo que hoy se llama matemática (esto es, procesos de organización, de clasificación, de cálculo, de medición, de inferencia), generalmente mezcladas o difícilmente distinguibles de otras formas, que son hoy identificadas como arte, religión, música, técnicas, ciencias. En todos los tiempos y en todas las culturas, matemática, arte, religión, música, técnica y ciencia fueron desarrolladas con la finalidad de explicar, conocer, aprender; saber/hacer y predecir (artes adivinatorias) el futuro. Todas aparecen mezcladas e indistinguibles como formas de conocimiento, en un primer estado de la historia de la humanidad y en la vida personal de cada uno de nosotros.

Estamos viviendo un periodo en que los medios de información y de su procesamiento encuentran en las comunicaciones y en la informática instrumentos auxiliares de alcance inimaginable en otros tiempos. La interacción entre individuos también encuentra,

en la teleinformática un gran potencial. todavía difícil de aquilatar, para generar acciones comunes.

En la educación, estamos viendo un creciente reconocimiento de la importancia de las relaciones interculturales, pero, lamentablemente, todavía existe renuencia para tal reconocimiento. Aún se insiste.en colocar niños en grupos de acuerdo con la edad, en ofrecer el mismo currículo a un grupo, llegando a lo absurdo de proponer currículos nacionales. Y todavía es más absurdo evaluar grupos de individuos mediante pruebas estandarizadas. ¡Se trata, efectivamente, de una tentativa de pasteurizar las nuevas generaciones!

La pluralidad de los medios de comunicación masivos, facilitada por las telecomunicaciones, llevó a las relaciones interculturales a dimensiones verdaderamente planetarias.

Se inicia así una nueva era que abre enormes posibilidades de comportamiento y de conocimiento planetarios, con resultados sin prpcedentes para el entendimiento y armonía de toda la humanidad. No para la homogenización biológica o cultural de la especie, pero sí para la convivencia armoniosa de los diferentes, a través de una ética de respeto mutuo, solidaridad y cooperación.

Siempre existirán formas diferentes de explicaciones, de entendimientos, de tratar y convivir con la realidad. Pero ahora, gracias a los nuevos medios de comunicación y transporte, las diferencias serán mostradas con mayor énfasis, creando necesidades de un comportamiento que trascienda incluso las nuevas formas culturales. Finalmente, el tan deseado libre albedrío, propio del ser (verbo) humano, se podrá manifestar en un modelo de transculturalídad que permitirá a cada individuo alcanzar su plenitud.

Un modelo adecuado para facilitar esa nueva fase en la evolución de nuestra especie es llamado Educación Multicultural, que se está imponiendo en los sistemas educacionales de todo el mundo.

Sabemos que en este momento hay más de 200 estados y aproximadamente seis mil naciones indígenas en el mundo, con una

población entre 10 y 15% del total mundial. Aunque no sea mi objetivo discutir la educación indígena, los aportes de especialistas en el área han sido muy importantes para entender cómo la educación puede ser un instrumento para reforzar los mecanismos de exclusión social.

Es importante señalar que prácticamente todos los países, incluso Brasil, firmaron la declaración de Nueva Delhi (16 de diciembre de 1993), que es explícita al reconocer que: "... La educación es el instrumento principal de la promoción de los valores humanos universales, de la calidad de los recursos humanos y del respeto por la diversidad cultural..." (2.2), y que

> ... Los contenidos y métodos de educación requieren ser desarrollados para servir las necesidades básicas de aprendizaje de los individuos y de las sociedades, proporcionándoles el poder de enfrentar sus problemas más urgentes -combate a la pobreza, aumento de la productividad, mejora de las condiciones de vida y protección del medio ambiente- y permitiendo que asuman su papel ganado por derecho en la construcción de sociedades democráticas y el enriquecimiento de su herencia cultural (2.4).

Nada podría ser más claro en esta declaración que el reconocimiento de la subordinación de los contenidos programáticos a la diversidad cultural. Asimismo, el reconocimiento de una variedad de estilos de aprendizaje está explícito en el llamado al desarrollo de nuevas metodologías.

Esencialmente, esas consideraciones determinan una enorme flexibilidad, tanto en la selección de contenidos como en la metodología de enseñanza.

El abordar las distintas formas de conocer es la esencia del Programa Etnomatemática. En realidad, diferente de lo que sugiere el nombre, etnomatemática no es sólo el estudio de "las matemáticas de las diversas etnias". Repito lo que he escrito en muchos

trabajos, incluso en otras partes de este libro: para componer la palabra etnomatemática utilice las raíces *tíca, materna* y *etno* con el fin de expresar que hay varias maneras, técnicas, habilidades *(tícas)* de explicar, de entender, de lidiar, y de convivir con *(materna)* distintos contextos naturales y socioeconómicos de la realidad [ernos].

¿Cuáles son las implicaciones de este programa para una organización curricular?

Escuela y currículo

Utilizo una definición muy amplia de currículo. Currículo es la estrategia de la acción educativa. A lo largo de la historia, el currículo es organizado como reflejo de las prioridades nacionales y del interés de los grupos que están en el poder. Más allá de la importanela académica de las disciplinas, el currículo refleja lo que la sociedad espera de las distintas disciplinas que lo componen. Voy a centrar la atención en la forma en que la matemática aparece en los sistemas educativos y en el currículo. Los romanos nos legaron un modelo institucional que todavía prevalece en la sociedad moderna, en particular en la educación. En el mundo romano, el currículo, que correspondía a lo que hoy es la enseñanza básica, era organizado como el *trivium,* comprendiendo las disciplinas gramática, retórica y dialéctica. El gran motivador de ese currículo era la consolidación del Imperio romano, que dependía de un fuerte concepto de ciudadanía.

En la Edad Media, con la expansión del cristianismo, se crearon otras necesidades educacionales. Eso se refleja en la organización de estudios más avanzados, lo que sería la enseñanza media. La organización curricular era denominada *quadrivium,* comprendiendo las disciplinas aritmética, música, geometría y astronomía. Así como

en el *trivium,* esa organización curricular encuentra su razón de ser en el momento sociocultural y económico de la época.

La ciencia moderna, originada por las culturas mediterráneas, comenzó a conformarse al mismo tiempo que ocurrieron las grandes circunnavegaciones, la conquista y la colonización, y luego se impuso como el prototipo de conocimiento racional y sustrato de la eficiente y fascinante tecnología moderna. Se definieron, a partir de las naciones etnocentristas, conceptualizaciones estructuradas y dicotómicas del saber (conocimiento) y del hacer (habilidades).

Los grandes avances en los estilos de explicación de los hechos naturales y de la economía, que caracterizan el pensamiento europeo a partir del siglo XVI, demandaron nuevas metas para la educación.'! La principal meta era crear una escuela accesible a todos y que respondiera a un nuevo orden social y económico. Como dice Comenius:

> Si, por lo tanto, queremos Iglesias y Estados bien ordenados y florecientes, y buenas administraciones, primero que todo, ordenemos las escuelas y hagámoslas florecer, a fin de que sean verdaderas y vieas fábricas de hombres y criadero de eclesiásticos, políticos y administradores."

Se puede decir que ese es el origen de la didáctica moderna, reflejo de las necesidades del colonialismo emergente.

Las nuevas 'ideas en la educación anticipan las necesidades de las tres revoluciones del siglo XVIII: la Revolución Industrial, que alteró profundamente el sistema de producción y de propiedad; la

[11] Véase el libro de Mario Alighiero Manacorda, en él, la cuestión principal es la búsqueda de explicaciones. Desde el Génesis hasta la hipótesis del *bíg-bang,* los mitos de la creación constituyen la base de todos los misterios: *História da Educacáo. Da Antíguidade aos nossos días,* 1996.

[12] Coménio, J. A., *Didátíca Magna. Tratado da Arte Universal de Ensinar Tuda a Todos* [orig. edn. 1656], 1966, p. 71.

Revolución americana, que produce un nuevo modelo de elección de los dirigentes de una nación; y la Revolución francesa, que reconoce derechos inalienables de todo ser humano.

Las grandes transformaciones políticas y económicas que resultaron de las tres revoluciones causaron profundos cambios en los sistemas educativos. Como en otros tiempos, los intereses de los imperios fueron determinantes: Son notables los cambios educativos ocurridos en la Francia de Napoleón y en la Alemania de Bismarck, en particular en la enseñanza superior:

Sin duda, el modelo que mejor respondía a las necesidades de las colonias que en camino hacia la Revolución americana conquistaron su independencia, fue aquel adoptado por Estados Unidos de América. En los primeros años de su existencia como nación independiente, el objetivo era la ocupación territorial, esto es, el establecimiento de una población de inmigrantes europeos en los territorios indígenas conquistados por las *Indian Wars* durante la gr~n expansión hacia el oeste. Los inmigrantes europeos debieron hacer frente a situaciones nuevas y al mismo tiempo integrarse en un territorio vastísimo. Provenientes de los orígenes más variados, asumir una nueva identidad nacional y crear una nueva tradición era la prioridad. El modelo estadounidense tenía como objetivo una escuela igual para todos y ofrecía un currículo básico que fue conocido como: *Three R's: Readinq, wRíting and akithmetics,* o sea, leer, escribir y contar. La educación superior pública, los *land grant colleges,* tenía como fin dar a los inmigrantes los medios para desarrollar sistemas de producción autónomos.

Leer, escribir y contar prevalecieron en las antiguas metrópolis coloniales y en los nuevos países independientes. Era adecuada para el periodo de transición de una producción manual hacia una tecnología incipiente, y hacia la formación de las nuevas nacionalidades en el siglo XIX. Con el surgimiento de una nueva tecnología más avanzada, que es la gran característica en la transición del siglo XIX

al siglo xx, otro tipo de empresarios, funcionarios y trabajadores, fue necesario. Leer, escribir y contar son, obviamente, insuficientes para el siglo xrx.

Se iniciaron, entonces, las grandes reformas y nuevas propuestas educativas. En especial fue afectada la enseñanza de las ciencias y de la matemática. Surgen los fundamentos de una escuela nueva y la educación matemática emerge como una disciplina.

La transición del siglo xx al siglo xxi

En la sociedad moderna, dominada por la tecnología y profundamente afectada por la globalización, en la cual las principales prioridades son la búsqueda de la paz en sus múltiples dimensiones, alfabetizar y contar, aunque necesarios, son conocimientos insuficientes para gozar del pleno ejercicio de la ciudadanía.

Una buena educación no será valorada por el contenido enseñado por el profesor y aprendido por el alumno. El gastado paradi~a educativo sintetizado por el binomio "enseñanza-aprendizaje", justificado por evaluaciones no idóneas, no es sustentable.[13] Se espera que la educación posibilite, al educando, la adquisición y la utilización de los instrumentos de comunicación, analíticos y materiales que serán esenciales para el ejercicio de todos sus derechos y deberes intrínsecos a la ciudadanía.

Con el propósito de orientar la organización de conocimientos y comportamientos que serán necesarios para la ciudadanía plena, he propuesto, recientemente, un *trívium* para la era que se inicia, a partir de los conceptos de *Iiteracia, materacia* y *tecnoracía.*[14]

[13] Para evitar desacuerdos, señalo los significados de "idóneo": propio para alguna cosa, apto, capaz, competente, adecuado.

[14] D'Ambrosio, Ubiratan, *Educaciio para urna Sociedade em Transicáo,* 1999.

Afirmo que la nueva conceptualización de currículo responderá a las demandas del mundo moderno.

Mi propuesta es una respuesta educativa a la esperanza de eliminar inequidades y violaciones de la dignidad humana, el primer paso para la justicia social. Las palabras literacia, materacia y tecnoracia pueden ser consideradas neologismos, aunque algunas veces tengan parecido con la bibliografía educacional.

Propongo algunas definiciones que amplían el modo como esos neologismos son utilizados; tanto en portugués, como es el caso de la literacia, como en la lengua inglesa, en los usos de *literacy* y de *matheracy*. He visto *technological literacy,* pero nunca vi *technoracy.*[15]

Mi concepción es:

LITERACIA	La capacidad de procesar información escrita y hablada, lo que incluye lectura, escritura, cálculo, diálogo, *ecálogo,* medios, internet en la vida cotidiana *[Instrumentos comunicativos].*
MATERACIA	La capacidad de interpretar y analizar señales y códigos, de proponer y utilizar modelos y simulaciones en la vida cotidiana, de elaborar abstracciones sobre representaciones de lo real *[Instrumentos analíticos].*
TECNORACIA	La capacidad de usar y combinar instrumentos, simples o complejos, incluso el propio cuerpo, evaluando sus posibilidades y limitaciones y su adecuación a las necesidades y situaciones diversas *[Instrumentos materiales].*

[15] Lo que me consta es que *matheracy* sólo fue utilizada, con anterioridad, por el eminente educador japonés Tadasu Kawaguchi.

No se trata de introducir nuevas disciplinas o de rotular con otros nombres aquello que existe. La propuesta es analizar las estrategias de enseñanza, aquello que llamamos currículo, en las vertientes que llamo literacia, materacia y tecnoracia. Esa es la respuesta a lo que hoy conocemos acerca de la mente y el comportamiento humanos. Como procuré mostrar en este capítulo, el Programa Etnomatemática refleja lo que hoy sabemos sobre la mente y las sociedades humanas.

::: Capítulo 4. Etnomatemática en la civilización del cambio

El carácter holísticode la educación

La educación en general depende de variables que se combinan en múltiples direcciones:

a) el alumno que está en el proceso educativo como un individuo procurando realizar sus aspiraciones y responder a sus inquietudes;
b) su inserción en la sociedad y las expectativas de la sociedad en relación con él;
c) las estrategias de esta sociedad para realizar dichas expectativas;
d) los agentes y los instrumentos para ejecutar las estrategias;
e) el contenido que es parte de esa estrategia.

De modo general, el análisis de estas variables también ha sido del dominio de algunas especialidades académicas: *a)* aprendizaje y cognición; *b]* objetivos y filosofía de la educación; *e)* enseñanza,

estructura y funcionamiento de la escuela; *d)* formación de profesores y metodología; *e)* contenido.

Lamentablemente, en la organización de nuestros cursos de formación de profesores -e igualmente en los de posgrado- ha habido un énfasis reduccionista en algunas de estas especialidades, y la exclusión de otras, creándose así la imagen de los especialistas, con sus áreas de competencia. A los psicólogos les compete preocuparse del inciso "a", los filósofos del "b", los pedagogos del "e" y el "d" y a los matemáticos del "e". ¡Como si fuera posible separar esas áreas!

Los capítulos anteriores orientaron hacia una aproximación holística de la educación matemática. Hablar de aproximación holística siempre causa algún escalofrío en el lector o en el oyente, así como hablar de transdisciplinaridad, de enfoque sistémico, de globalización, de multiculturalismo y de *etnomatemática.*

El abordar las distintas formas de conocer es la esencia del Programa de Etnomatemática. Como debe haber quedado claro en los capítulos anteriores, etnomatemática no es sólo el estudio de "las matemáticas de las diversas etnias". Como ya fue explicado, para integrar la palabra etnomatemática utilicé las raíces *tica, materna* y *etno* para expresar que hay diversas maneras, técnicas, habilidades (ticas) para explicar, entender, lidiar y convivir con (materna) distintos contextos naturales y socioeconómicos de la realidad (etnos).

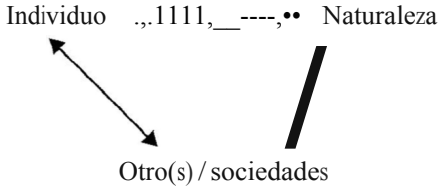
En dirección a una civilización planetaria

Estamos avanzando hacia una civilización planetaria, en la que compartir conocimientos y compatibilizar comportamientos no podrá quedar restringido a culturas específicas {íntraculturalísmo), ni a los cambios propios de la dinámica cultural (interculturalismo). Conocimiento y comportamiento en la civilización planetaria serán

transculturales: conocimiento transdisciplinar y comportamiento subordinado a una ética mayor.

¿Qué sería esa ética mayor? La humanidad pasa una fase de transición hacia una civilización planetaria, por una crisis ética; no se trata simplemente de una crisis de valores, sin duda, muy preocupante y que afecta nues~o día a día.

La vida es el resultado de tres hechos: el individuo, el otro y la naturaleza. La continuidad de la vida como fenómeno cósmico depende de la resolución de este triángulo.



-Los hechos, esto es, el individuo, el(los) otro(s) y la naturaleza, y las relaciones entre ellos, son indisolubles; uno no es algo sin los demás. Como en un triángulo, vértices y lados están integrados y son indisolubles. No se concibe un vértice sin el otro, cada vértice y cada lado no son el triángulo.

Los grandes problemas que la humanidad enfrenta están situados en las relaciones [lados] entre el individuo, el(los) otro(s)/Ia sociedad y la naturaleza (vértices). El equilibrio y la armonización de esas relaciones constituyen una ética superior, que llamo *ética de la diversidad*. Paz, en sus múltiples dimensiones (militar, ambiental, social e interior), es la realización, en lo cotidiano, de esa ética.[1]

En el desequilibrio de esas relaciones se sitúa la gran crisis por la que pasa la humanidad, y que se manifiesta en la arrogancia,

[1] Ubiratan D'Ambrosio, "Ética Ecológica. Urna proposta transdíscpltnar', en Paulo Freire Vieira y Maurício Andrés Ribeiro (orgs.), *Ecología Humana, Ética e Bducaciio. A Mensagem de Pierre Danserau*, 1999, pp. 639-654.

prepotencia, inequidad, indiferencia, violencia y un sinnúmero de problemas que afectan nuestro día a día.

La matemática, como una forma de conocimiento, tiene todo que ver con la ética y, consecuentemente, con la paz.[2] La búsqueda de nuevas direcciones para el desarrolla de la matemática debe ser incorporada al quehacer matemático. Debidamente revitalizada, la matemática, como es practicada en el entorno académico y en grupos de investigación actuales, continuará siendo el instrumento intelectual más importante para explicar, entender e innovar, auxiliando principalmente a la solución de los grandes problemas que están afectando a la humanidad. Será necesario, sin duda, reabrir la cuestión de los fundamentos, evidentemente un punto vulnerable de la matemática actual.'

La educación matemática está profundamente afectada por prioridades de este periodo de transición hacia una civilización planetaria. La búsqueda de equidad en la sociedad del futuro, donde la diversidad cultural será lo normal, exige una actitud sin arrogancia y prepotencia en la educación, particularmente en la educación matemática.[4] Cuando hablo de equidad, no me estoy refiriendo- al Principio de Equidad, defendido por un panel de educadores matemáticos y matemáticos: "La matemática puede y debe ser aprendida por todos los estudiantes".[5] Ese principio responde al ideal de continuidad de la sociedad actual, competitiva y excluyente, utilizando instrumentos de selección subordinados a la matemática.

[2] D'.Ambrosio,Ubiratan y Marianne Marmé, "Mathematics, Peace and Ethics. An Introduction", *Zentralblatt fúr Didaktik der Mathematik/ZDM,* año 30, vol. 3, junio, 1998, pp. 64-66.

[3] Muy estimulante es el libro de Bjiirn Engquist y Wilfried Schmidt (eds.), *Mathematics Unlimited-2001 and Beyond,* 2001.

[4] D'.Ambrosio, Ubiratan, "Diversity, Equity, and Peace: From Dream to Reality", en el libro de Janet Trentacosta y Margaret J. Kenney (eds.), *Multicultural and Gender Equíty ín the Mathematícs Classroom. The Gift of Díversity 1997,* 1997, pp. 243-248.

[5] *Principies and Standards far School Mathematícs,* 2000, pp. 12-14.

Esa concepción de equidad conlleva necesariamente la figura del excluido. El ideal que defiendo es la no existencia de excluidos. Tal vez lo más apropiado sea una educación matemática *fuzzy,* término ampliamente utilizado en la llamada *math wars,* que es librada universalmente entre grupos de educadores matemáticos y de matemáticos.

Analizando el estado de la civilización actual, es innegable e inevitable la globalización. Sobre todo los medios de transporte y comunicación y los sistemas de producción tornan irreversible el proceso de la globalización, presagio de la civilización planetaria. En tanto estamos experimentando, en la civilización dominada por el mercado capitalista, una forma de globalización perversa, que se manifiesta en la geopolítica, en la economía, en la producción y el trabajo, en las crisis ambientales y sociales, varios sectores de la sociedad se articulan, internacionalmente, con el principal objetivo de llegar a construir una globalización saludable, anclada en una ética de respeto, solidaridad y cooperación, y logrando la paz en sus diversas dimensiones [militar, ambiental, social e interior]. Una de las importantes organizaciones comprometidas con este objetivo mayor, es el grupo ATTAC (Association pour la Taxation des Transactions Financieres pour l'.Aide aux Citoyens), el cual reconoce que: "La investigación de alternativas, felizmente ya iniciadas, implica a su vez, la dimensión local y el nivel de organización política a escala mundial".[6] Ese es el punto de partida hacia la civilización planetaria.

La meta de los sistemas educativos, coordinando acciones a nivel local, nacional e internacional, debe ser coherente con la búsqueda de nuevas alternativas, no con la reproducción del mundo actual basado en la matemática. Como parece ser propio de la naturaleza humana, el nuevo modelo también se apoyará en la matemática, pero en una nueva matemática. El papel de una nueva matemática en la búsqueda de ese nuevo orden económico es innegable. Será

[6] Cassen, Bernard, Liérn Hoang-Ngoc, Píerre-Andre Imbert (coords.), *Contre la dictature des marchés,* 1999, p. 40.

posible pensar, incluso, en la emergencia de una "matemática flexible", en la expresión de Keith Devlín,[7] o en una "álgebra del conocimiento", donde la transferencia de saber(es)/hacer(es) de un individuo al otro no obedece al principio de la *al-jabr* (transposición) y *al-muqabala* [reducción]. El Programa Etnomatemática, a través de la reflexión sobre la historia, la filosofía y la educación, puede contribuir hacia una reformulación de la matemática.

La universalización de la matemática

La disciplina denominada matemática es una etnomatemática que se originó y se desarrolló en Europa, recibiendo algunas contribuciones de las civilizaciones hindú e islámica, y que llegó a su forma actual en los siglos XVI y XVII, a partir de lo cual fue llevada e impuesta a todo el mundo. Hoy en día, esa matemática adquiere un carácter de universalidad, sobre todo debido al predominio de la ciencia y la tecnología modernas, que fueron desarrolladas a partir del siglo xvn en Europa y sirven de soporte para las teorías económicas vigentes.

La universalización de la matemática fue un primer paso en dirección a la globalización que estamos presenciando en todas las actividades y áreas del conocimiento. Se hablaba frecuentemente de las multinacionales, pero es ahora cuando las multinacionales son, en verdad, empresas globales, en las cuales no es posible identificar una nación o un grupo nacional dominante.

La idea de globalización se comenzó a develar en el inicio del cristianismo y del islamismo, a diferencia del judaísmo, del cual se derivaron estas religiones y otras innumerables creencias en las cuales hay un pueblo elegido, el cristianismo y el islamismo son

[7] Devlin, Keith, *Goodbye, Descartes: The End of Logic and the Search Jora New Cosmology of the Mind,* 1997, p. 283.

esencialmente religiones de conversión de toda la humanidad a la misma fe, de todo el planeta subordinado a la misma iglesia. Esto es evidente en los procesos de expansión del Imperio romano cristianizado y de la Iglesia.

El proceso de globalización de la fe cristiana se aproxima a su ideal cuando ocurren las grandes navegaciones. El catecismo, elemento fundamental de la conversión, es llevado a todo el mundo. Así como el cristianismo es un producto del Imperio romano, llevado a un carácter de universalidad con el colonialismo, también lo son la matemática, la ciencia y la tecnología.

En el proceso de expansión, el cristianismo se fue modificando, absorbiendo elementos de la cultura subordinada y produciendo variantes notables del cristianismo original del colonizador. Se esperaría que también las formas de explicar, conocer, lidiar, convivir con la realidad sociocultural y natural, obviamente distintas de región a región, y consecuentemente la matemática, las ciencias y la tecnología, pasasen por este proceso de "aclimatación", resultado de la dinámica cultural. En tanto, esto no se dio y no se da en esas ramas del conocimiento, éstas adquieren un carácter de absoluto universal; no admiten variaciones o cualquier tipo de relativismo. Esto se incorpora al dicho popular "esto es cierto como que dos más dos son cuatro". No se discute que "2 + 2= 4", sino su contextualización en la forma de una construcción simbólica que está basada en toda una historia cultural. De la misma manera ocurre con la tecnología, cuyo carácter de respuesta a las condiciones locales es evidente, lo que se dio fue una transferencia de tecnología, con ligeras adaptaciones.

La matemática ha sido concebida como la ciencia de los números y de las formas, de las relaciones y de las medidas, de las inferencias, y sus características apuntan hacia la precisión, el rigor y la exactitud. Los grandes héroes de la matemática, esto es, aquellos individuos históricamente señalados como responsables del avance y consolidación de esta ciencia, son ubicados en la antigua

Grecia y, posteriormente, en la Edad Moderna, en los países centrales de Europa, sobre todo Inglaterra, Francia, Italia y Alemania. Los nombres más recordados son Tales, Pitágoras, Euclides, Descartes, Galileo, Newton, Leibniz, Hilbert, Einstein y Hawkings. Son ideas y hombres originarios del norte del Mediterráneo.

La alusión a esta matemática y a sus héroes en grupos culturales diversos, tales como los nativos o afroamericanos, u otros no europeos en las américas, grupos de trabajadores oprimidos y clases marginadas, en general, no sólo les trae el recuerdo del conquistador, o el esclavista, en fin, del dominador, sino también se refiere a una forma de conocimiento que fue construido por el dominador, y del cual se sirvió y se sirve para ejercer su dominio.

Muchos dirán que eso también pasa con los pantalones *jeans*, que ahora comienzan a sustituir a todos los vestidos tradicionales, o como la *Coca-Cola,* que está por sustituir el consumo de agua en el mundo. Pero diferente a esas manifestaciones culturales, la matemática tiene una connotación de infalibilidad, de rigor, de precisión y de ser un instrumento esencial y poderoso en el mundo moderno, lo que torna *su* presencia excluyente de otras formas ds pensamiento. En realidad, ser racional es identificado con el dominar la matemática. Se llega, asimismo, a hablar de matematismo, como una segunda doctrina, en la cual todo acontece siguiendo las leyes matemáticas. La matemática se presenta como un dios más sabio, más milagroso y más poderoso que las divinidades tradicionales y de otras culturas.

Si esto pudiese ser identificado sólo como parte de un proceso perverso de aculturación, a través del cual se elimina la creatividad esencial al ser [verbo] humano, podríamos decir que esa escolarización es una farsa. Pero, en realidad, es mucho peor, pues en la farsa, una vez terminado el espectáculo, todo vuelve a ser como antes. En la educación, la realidad es sustituida por una situación falsa, idealizada y diseñada para satisfacer los objetivos del dominador. La experiencia educativa falsea situaciones con el objetivo

de subordinar, y nada vuelve a lo real cuando termina esa experiencia. El alumno tiene sus raíces culturales, que es parte de su identidad, eliminadas en el transcurso de una experiencia educativa conducida con el objetivo de la subordinación. Esa eliminación produce lo socialmente excluido. Estas contradicciones se observan en las propuestas de "Educación para todos", lema preferido de gobiernos y de organizaciones no gubernamentales nacionales e internacionales en la transición al nuevo milenio.

Las contradicciones pueden ser ilustradas en varios sectores de la sociedad, desde las escuelas para las clases más adineradas hasta las escuelas de la periferia, sin olvidar también las escuelas con el objetivo de "recuperar" jóvenes infractores.

La ilustración más explícita y dramática de esas contradicciones tal vez esté en la educación indígena. El indio que pasa por el proceso educativo ya no es indio ... ni tampoco es blanco. Sin duda, el elevado número de suicidios entre las poblaciones indígenas está a~ociado a esto.

Una pregunta natural después de esas observaciones puede ser: ¿sería mejor, entonces, no enseñar matemática a los nativos y a los marginados?

Esa pregunta se aplica a todas las categorías de saber /hacer propias de la cultura del dominador, en relación con todos los pueblos que muestran una identidad cultural. Se podría reformular la pregunta: ¿sería mejor desanimar o impedir que las clases populares vistan *jeans* o tomen *Coca-Cola* o practiquen el *rap?* Naturalmente, esas son cuestiones falsas y sería falso y demagógico responder con un simple "sí" o con un "no". Esas cuestiones sólo pueden ser formuladas y respondidas dentro de un contexto histórico, procurando entender la evolución de los sistemas culturales en la historia de la humanidad. Si quisiéramos alcanzar una sociedad con equidad y justicia social, la contextualización es esencial para cualquier programa de educación de poblaciones nativas y marginadas, pero no menos necesaria para las poblaciones de sectores dominantes.

Matemáticacontextualizada

Contextualizar la matemática es esencial para todos. Finalmente, ¿cómo dejar de relacionar los *Elementos* de Euclides con el panorama cultural de la Grecia antigua? ¿Ola adopción de la numeración indo-arábiga en Europa con el florecimiento del mercantilismo en los siglos XIV y XV? No se puede entender a newton descontextualizado. Será posible repetir algunos teoremas, memorizar tablas y mecanizar la realización de operaciones, así como efectuar algunas derivadas e integrales, que nada tienen que ver con las cosas en las ciudades, los campos o las selvas. Algunos dirán que la contextualización no es importante, que lo importante es reconocer la matemática como la manifestación más noble del pensamiento y de la inteligencia humana... y así justificar su importancia en los currículos.

En la sociedad moderna, la inteligencia y la racionalidad privilegian la matemática. Así, se llega a decir que ese constructo del pensamiento mediterráneo, llevado a su forma,.más pura, es la esencia del ser racional. Y así, se justifica que aquellos que conocen matemática han tratado, y continúan tratando, a individuos "menos racionales" y a la propia naturaleza como receptáculo pródigo para la satisfacción de sus deseos y ambiciones. La matemática ha sido un instrumento seleccionador de élites.[8]

Naturalmente, hay un importante componente político en esas reflexiones. Muchos dicen que hablar de clases dominantes y subordinadas es jerga anticuada de izquierda, pero nadie puede negar que esa distinción de clases continúa existiendo, tanto en los países centrales como en los periféricos.

Cabe, por tanto, referirnos a una "matemática dominante", que es un instrumento desarrollado en los países centrales y muchas

[8] La función selectiva de la matemática ya se lee en *La República,* de Platón, y es retomada en los propósitos fundamentales de la *École Polytechnique,* en 1800.

veces utilizado como instrumento de dominación. Esa matemática y los que la dominan se presentan con postura de superioridad, con el poder de dislocar y al mismo tiempo eliminar a la "matemática del día a día". Esto también sucede con otras formas culturales. Particularmente interesantes son los estudios de Basil Bemstein sobre el lenguaje.[9] Son también muy estudiadas las situaciones ligadas al comportamiento, a la medicina, al arte y a la religión. Todas esas manifestaciones son descritas como cultura popular. Entonces, aunque sea viva y practicada, la cultura popular es muchas veces ignorada, menospreciada, rechazada y reprimida, ciertamente reducida en su importancia. Esto tiene como efecto desmoralizar y eliminar al pueblo como productor de cultura y, en consecuencia, como entidad cultural.

Eso no es menos cierto con la matemática. En particular, en la geometría y en la aritmética, se observan violentas contradicciones.

Por ejemplo, la geometría del pueblo, los globos y los papalotes, son coloridos. La geometría teórica, desde su origen griego, eliminó el color. Muchos lectores a esta altura estarán confundidos. Estarán diciendo: pero eso, ¿qué tiene que ver? ¿Globos y papalotes? ¿Colores? Tiene todo que ver, pues son precisamente ésas las primeras y más notables experiencias geométricas."[10] La aproximación del arte y la geometría no puede ser alcanzada sin la mediación del color.

En la aritmética, el atributo, esto es, la cualidad del número en la cuantificación, es esencial. Cuando hablamos de dos naranjas y

[9] El pensamento del eminente sociólogo inglés de educación, Basil Bernstein, está sintetizado en el libro de Ana Maria Domingos, Helena Barradas, Helena Rainha e Isabel Pestana Neves, *A Teoría de Bernstein em/ Socioloqia da Educacéo,* 1986.

[10] Véase la tesis de doctorado de Geraldo Pompeu Jr., "Bringing Ethnomathematics into the School Curricula: An Investigation ofTeachers Attitude and Pupils Learning", 1992.

dos caballos son distintos "dos". Llegar al "dos" abstracto, sin calificativo, así como llegar a la geometría sin color, tal vez sea el punto crucial en el tránsito de una matemática concreta a una matemática teórica.

La atención de ese tránsito y el trabajar adecuadamente ese momento tal vez sintetice el objetivo más importante de los programas de la matemática elemental. Lo demás son técnicas que poco a poco, conforme el joven va teniendo otras experiencias, se van tornando interesantes y necesarias. La atención en el tránsito de lo concreto a lo abstracto es una de las características metodológicas de la etnomatemática.

No se pueden definir criterios de superioridad entre manifestaciones culturales. Debidamente contextualizada, ninguna forma cultural se puede decir superior a otra. En su importante libro sobre la matemática indígena, Mariana Kawall Leal Perreira muestra cómo el sistema binario de los xavantes fue substituido, como en un acto de magia, por un sistema "más eflciente" de base 10.[11] ¿Más eficiente por qué? ¿Cómo se relaciona con el contexto xavante? Más eficiente no, sino que se relaciona con la numeración del dominador. Lo que pasa con la lengua nativa no es diferente.

Sin duda, hay un criterio utilitario en la educación y en las relaciones interculturales. Sin aprender la "aritmética del blanco", el indio será engañado en sus transacciones comerciales con el blanco,[12] así como, sin cubrir su desnudez y sin dominar la lengua del blanco, el indio difícilmente tendrá acceso a la sociedad dominante. Pero esto pasa con todas las culturas. Yo debo dominar el inglés para participar en el mundo académico internacional. Y ¡al

[11] Leal Ferreira, Mariana Kawall, *Madikauku. Os Dez Dedos da Miio. Matemática e Povos Indígenas do Brasil,* 1998.

[12] Véase el dramático caso en la novela de Louis-Ferdinand Céline, *Viagem ao fim da noite,* 1994, cuyo escenario es África. Este es uno de los mejores ejemplos de cómo la matemática es utilizada por el colonizador para confundir y engañar a la población nativa.

participar como sinodal de un examen en una universidad tradicional, debo vestir una toga! Pero jamás alguien dijo, o al menos insinuó, que sería bueno que olvidara el portugués, y que debería tener pena y hasta vergüenza de hablar esta lengua, o que la ropa que uso en mi vida cotidiana, entre mis pares, puede ser el pase al círculo de los indecentes del infierno.

Sin embargo, así sucedió con los pueblos, en especial con los indígenas, su desnudez es indecencia y pecado, su lengua es considerada inútil, su religión se toma como "creencia", sus costumbres son "salvajes", su arte y sus rituales son "folclore", su ciencia y medicina son "supersticiones" y su matemática es "imprecisa", "ineficiente" e "inútil", cuando no "inexistente". Ahora, esto sucede de la misma manera con las clases populares, incluso no indios.

Es exactamente esto lo que sucede con un niño, con un adolescente o con un adulto, al incorporarse a una escuela. Un escape para los indios ha sido la práctica del suicidio.

En general, en el encuentro con las clases dominantes, principalmente en las escuelas, se practica una forma diferente de suicidio. Éste se manifiesta en un profundo vacío interior y en la utilización de drogas y violencia, revelando una actitud de incredulidad y de alienarníento, tan bien mostrada en las películas recientes *Kids* y *Belleza Americana.* El nihilismo es una de las características determinantes de la sociedad actual.

El encuentroentre culturas

El encuentro entre culturas es un hecho tan presente en las relaciones humanas como el propio fenómeno de la vida. No hay encuentro con el otro sin que se manifieste una dinámica cultural. En el periodo colonial, esa dinámica fue resuelta a través de sistemas

educativos con objetivos explícitos de dominación y subordinación. El sistema de educación colonial es perverso.

Accedemos á una estructura de sociedad, a conceptos perversos de cultura, de nación y de soberanía, que impone la conveniencia y, asimismo, la necesidad de enseñar la lengua, la matemática, la medicina, las leyes del dominador a los dominados, sean éstos indios o blancos, pobres o ricos, niños o adultos. Lo que se cuestiona es la agresión a la dignidad y a la identidad cultural de aquellos subordinados a esta estructura. Una gran responsabilidad de los teóricos de la educación es alertar acerca de los daños irreversibles que se pueden causar a una cultura, a un pueblo y a un individuo, si el proceso (educativo) fuese conducido imprudentemente, en muchas ocasiones con buenas intenciones, y hacer propuestas para minimizar estos daños.

La mayoría de los educadores no tienen la actitud perversa que he mencionado antes. Pero, lamentablemente, muchos educadores son ingenuos al tratar con la dinámica cultural. Y las consecuencias de la ingenuidad y de la perversidad no son esencialmente diferentes.

Incluso refiriéndome a la educación indígena, es posible evitar conflictos culturales que resultan de la introducción de la "matemática del blanco" a la educación indígena. Por ejemplo, con un tratamiento adecuado para la formulación y resolución de problemas aritméticos simples. Ejemplos variados, como los de transporte en barcos, manejo de cuentas bancarias y otros, muestran que los indígenas dominan lo que es esencial para sus prácticas y para las elaboradas negociaciones con el blanco sobre aquello que les interesa, normalmente centradas en el transporte, comercio y uso de la tierra.

La matemática contextualizada se muestra como un recurso más para solucionar problemas nuevos.ql!e, teníendo.su origen en otra cultura, llegan exigiendo ser los instrumentos intelectuales de esta otra cultura. La etnomatemática del blanco sirve para resolver esos problemas nuevos y no se le puede ignorar. La etnomatemática

de la comunidad sirve, es eficiente y adecuada para muchas otras cosas, propias de aquella cultura, de aquel etno, y no hay por qué sustituirla.

Pretender que una sea más eficiente, más rigurosa, en fin, mejor que la otra, es una cuestión que se aleja del contexto, es falsa y falsificadora.

La intervención del educador tiene como principal objetivo perfeccinnar las prácticas y reflexiones, y los instrumentos de crítica. Este perfeccionamiento no se da como una imposición, sino como una opción. Como dice Eduardo Sebastiani Ferreira, "compete a la comunidad decidir, si acepta o no estos resultados",[13]

El dominio de dos etnomatemáticas y, posiblemente, de otras, ofrecen mayores posibilidades de explicaciones, de entendimientos, de manejo de situaciones nuevas, de resolución de problemas. Es exactamente así como se hace buena investigación matemática -y, en realidad, investigación en cualquier otro campo del conocimiento-. El acceso a un mayor número de instrumentos materiales e intelectuales da, cuando están debidamente contextualizados, mayor capacidad para enfrentar situaciones y resolver problemas nuevos, de modelar adecuadamente una situación real para, con esos instrumentos, llegar a una posible solución o a un plan de acción.

La capacidad de explicar, de aprender y de comprender, de enfrentar críticamente situaciones nuevas, constituyen el aprendizaje por excelencia. Aprender no es la simple adquisición de técnicas y habilidades, ni la memorización de algunas expliaciones y teorías.

La educación formal basada en la transmisión de explicaciones y teorías (enseñanza teórica y aulas expositivas) y en el adiestramiento en técnicas y habilidades (enseñanza práctica con ejercicios

[13] Sebastiani Ferreira, Eduardo, *Etnomatemática. Urna proposta metodológíca,* vol. 3, 1997, p. 43.

repetitivos), es totalmente equivocada, como muestran los avances más recientes de nuestro entendimiento de los procesos cognitivos. No se puede evaluar habilidades cognitivas fuera del contexto cultural. Obviamente, la capacidad cognitiva es propia de cada individuo. Hay estilos cognitivos que deben ser reconocidos entre culturas distintas, en el contexto intercultural, y también en la misma cultura, en el contexto intracultural.

Cada individuo organiza su proceso intelectual a lo largo de la historia de su vida. Los avances de la metacognición permiten entender ese proceso. Ahora, el pretender compatibilizar las organizaciones intelectuales de individuos para intentar, de esa forma, crear un esquema socialmente aceptable, no debe eliminar la autenticidad e individualidad de cada uno de los participantes del proceso. El gran desafío que se presenta en la educación es, justamente, instruir al educando para interpretar las capacidades y la propia acción cognitiva, no de forma lineal, estable y continua, como es característico de las prácticas educativas más ordinarias.

La fragilidad del estructuralismo pedagógico, basado en lo que llamamos mitos de la educación actual, es evidente cuando advertimos el desplome vertiginoso de los resultados de esta educación en todo el mundo. La alternativa que proponemos es reconocer que el individuo es un todo integral e integrado y que sus prácticas cognitivas y organizativas no están desvinculadas del contexto histérico en el cual el proceso se da, contexto que está en permanente evolución. Esto es evidente en la dinámica que debe caracterizar una buena educación para todos, educación de masas.

La adopción de una nueva postura educativa, en la-búsqueda de un nuevo paradigma de educación que sustituya al ya desgastado enseñanza-aprendizaje, basado en una relación obsoleta de causa-efecto, es esencial para el desarrollo de la creatividad desinhibida y conducente a nuevas formas de relacionesinterculturales, proporcionando el espacio adecuado para preservar la diversidad y eliminar la desigualdad en una nueva organización de la sociedad.

Como ya mencioné anteriormente, estamos viviendo en una cívilízapíón cambiante, que afecta todos nuestros comportamientos, valores y acciones, en particular la educación.

Entiendo a la matemática como una estrategia desarrollada por la especie humana a lo largo de su historia para explicar, para entender, para manejar y convivir con la realidad sensible, perceptible, y con su imaginario, indudablemente dentro de un contexto natural y cultural. Esto se da de la misma manera con las técnicas, las artes, las religiones y las ciencias en general. Se trata de la construcción de cuerpos de conocimiento en total simbiosis dentro de un mismo contexto temporal y espacial, obviamente diverso de acuerdo con la geografía y la historia de los individuos y de los diversos grupos culturales a los que pertenecen -familias, tribus, sociedades y civílizaciones-. La finalidad mayor de esos cuerpos de conocimiento ha sido la voluntad, que responde efectivamente a la necesidad de esos grupos culturales de sobrevivir en su ambiente y de trascender, espacial y temporalmente, a él.

La educación es una estrategia de estímulo al desarrollo individual y colectivo generada por los mismos grupos culturales, con la finalidad de mantenerse como tal y de avanzar en la satisfacción de las necesidades de supervivencia y de trascendencia.

En consecuencia, matemática y educación son estrategias contextualizadas e interdependientes. En este libro reflexiono sobre la evolución de ambas y analizo sus tendencias en el estado actual de la civilización. No percibo una prioridad mayor para la civilización que alcanzar la paz en sus diversas dimensiones.

Las diversas dimensiones de la paz

En el estado actual de la civilización, es fundamental dirigir nuestras acciones, como individuos y como sociedad, en la concretización de un ideal de *educación para la paz* y de una humanidad feliz.

Cuando hablo de una *educación para la paz,* muchos me cuestionan: "Pero ¿qué tiene que ver eso con *educación matemática?",* y yo respondo: "Tiene todo que ver"."

Podría sintetizar mi posición diciendo que se justifica con la simple insistencia en que sólo es posible conseguir "educación para todos", a través de una mejor calidad de vida y mayor dignidad de la humanidad como un todo. La dignidad individual se manifiesta en la interacción entre individuos. Por tanto, alcanzar un estado de *paz interior* es una prioridad.[15] Muchos todavía se estarán preguntando: "Pero ¿eso qué tiene que ver con educación matemática?". E insisto en decir: "Tiene todo que ver".

Alcanzar el estado de paz interior es difícil, sobre todo debido a los problemas que enfrentamos en el día a día, particularmente en lo relacionado con el otro. ¿Será que el otro también tendrá dificultades para alcanzar la paz interior? Sin duda, el estado de paz interior puede ser afectado por dificultades materiales, como falta de seguridad, falta de empleo, falta de salario y, muchas veces, también falta de casa y de comida. La *paz social* es el estado en que esas dificultades no se presentan. La solidaridad con el prójimo-en la superación de esas dificultades, es una primera manifestación para sentirnos parte de una sociedad y encaminarnos hacia la paz social. Y con certeza vuelven a preguntar: "Pero ¿qué tiene que ver la matemática con eso?", no me cabe otra respuesta para aquellos matemáticos que no perciben cómo todo esto se relaciona. Sugiero una visión más amplia de la historia de la humanidad y de la historia de las ideas para percibir que la matemática tiene todo que ver con eso.

También, pocos entienden lo que la *paz ambiental* tiene que ver con la matemática, que es siempre pensada como aplicada al desarrollo y al progreso. Recordemos quela ciencia moderna, que

[14] D'Ambrosio, Ubiratan, *"Mathematics and peace: Our responsibilities" Zentralblattfür Didaktik der Mathematik/ZDM,* año 30, vol. 3, junio, 1998, pp. 67-73.

[15] D'Ambroslo, Ubiratan, *A Era da Consciência,* 1997.

reposa en gran parte en la matemática, nos proporciona instrumentos notables para establecer una buena relación con la naturaleza, pero también poderosos instrumentos de destrucción de la misma naturaleza.[16]

Las múltiples dimensiones de la paz [paz interior, paz social, paz ambiental y paz militar] son los objetivos primordiales de cualquier sistema educativo. La mayor justificación de los esfuerzos para el avance científico y tecnológico es alcanzar la Paz Total y, como tal, debería de ser sustento de todo discurso de planeación.

Este debe ser el sueño del ser humano. Recuerdo lo que dijeran dos eminentes matemáticos, Albert Einstein y Bertrand Rusell, en el *Manifiesto de Pugwash* de 1905: "Olvídense de todo y acuérdense de la humanidad". Procuro, en mis propuestas de Educación Matemática, seguir las enseñanzas de esos dos grandes maestros, de los cuales aprendí mucho de matemática, y sobre todo de humanidad.

Mi propuesta es hacer una educación para la paz y en particular una educación matemática para la paz.

Muchos continuarán intrigados: "Pero ¿cómo relacionar el trinomio de segundo grado con la paz?". Es probable que esos mismas individuos suelan enseñar el trinomio de segundo grado dando como ejemplo la trayectoria del proyectil de un cañón. Pero estoy casi seguro de que no dicen, ni siquiera sugieren, que aquel bellísimo instrumento matemático, que es el trinomio de segundo grado, es lo que da a ciertos individuos —artilleros profesionales, que probablemente fueron los mejores alumnos de matemática de su clase- la capacidad de disparar una bomba mortífera de un cañón para alcanzar una población, de seres humanos, de carne y hueso, con emociones y deseos, y matarlos, destruyendo sus casas y sus templos, destruyendo los árboles y animales cercanos, contaminando los lagos y los ríos de los alrededores. El mensaje implícito

[16] D'Ambrosio, Ubiratan, "On Environmental Mathematics Education", *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik/ZDM,* núm. 6, 1994, pp. 171-17 4.

acaba siendo: aprende bien el trinomio de segundo grado y seras capaz de hacer lo mismo. Solamente quien hace un buen curso de matemática tiene suficientes bases teóricas para apuntar cañones sobre las poblaciones.

Claro, mis opositores dirían, como ya han dicho: "Pero ese es un discurso demagógico. Esa destrucción horrible sólo se realizará cuando sea necesario y es importante que nuestros jóvenes estén preparados para lo necesario". Y nuestros colegas contendientes dicen, en última instancia, lo siguiente: "Es necesario poseer y conocer los instrumentos materiales e intelectuales del enemigo para poder derrotarlo". Estos pensamientos sirven de soporte para una doctrina de confrontación (armarse hasta los dientes para poder confrontar a posibles enemigos), responsable de la desenfrenada expansión militar en la denominada Guerra Fría. Durante la Guerra Fría, millones de personas fueron engañadas por esa doctrina simplista y falsa, con pérdidas materiales y morales para toda la humanidad.

Es importante recordar que los interesados en este tipo de cosas se justifican diciendo que esto es necesario porque seremos blanco de individuos que no profesan nuestro credo religioso, que no son de nuestro partido político, que no siguen nuestro modelo económico de propiedad y producción, que no tienen nuestro color de piel o nuestra lengua, en fin, somos objeto de intenciones destructoras del otro diferente. Esto es porque se cree que lo diferente es, potencialmente, nuestro enemigo, interesado en nuestra eliminación. Éste ha sido y continúa siendo el argumento favorito utilizado por los que están en el poder para, de igual forma, mantenerse en él. Este argumento permea las propuestas sociales y políticas.

Este discurso derivado de mi ejemplo sobre el trinomio de segundo grado, destaca una consecuencia tan fea de una cosa tan linda como el trinomio de segundo grado. Vale la pena comentar esa contradicción. No se propone eliminar el trinomio de segundo grado de los programas, pero sí que se destine un tiempo para mostrar,

críticamente, las cosas feas que se hacen con él y destacar las cosas hermosas que pueden surgir de él.

La paz total depende esencialmente de que cada individuo se conozca y se integre a su sociedad, a la humanidad, a la naturaleza y al cosmos. A lo largo de nuestra existencia podemos aprender matemática, pero no se puede perder el conocimiento de sí mismo y crear barreras entre los individuos, entre los individuos y la sociedad, y generar hábitos de desconfianza hacia el otro, de desconfianza en la sociedad, de falta de respeto y de ignorancia por la humanidad que es una sola, por la naturaleza que es común a todos y por el universo como un todo.

¿Cómo me veo como *educador matemático?* Me veo como un educador que tiene la matemática como su área de habilidades y de competencias y las utiliza, pero no como un matemático que utiliza su condición de educador para la divulgación y transmisión de sus habilidades y competencias matemáticas. Mi ciencia y mi conocimiento están subordinados a mi humanismo. Como educador matemático, procuro utilizar aquello que aprendí como matemático para realizar mi misión de educador. En términos más claros y directos: los alumnos son más importantes que los programas y contenidos. Divulgar este mensaje es mi propósito como formador de formadores.

El conocimiento es la estrategia más importante para llevar al individuo a estar en paz consigo mismo y con su entorno social, cultural y natural, y a situarse en una realidad cósmica.

Hay, efectivamente, una moralidad intrínseca a los conocimientos y, en particular, al conocimiento matemático. ¿Por qué insistimos en *educación* y *educación matemática* y en el propio hacer matemático, si no percibimos cómo nuestra práctica puede ayudar a alcanzar una nueva organización de la sociedad, una civilización planetaria basada en el respeto, la solidaridad y la cooperación?

Alcanzar esta nueva organización de la sociedad es mí utopía. Como educador, procuro orientar mis actos en esta dirección, aun cuando sea utópica. ¿Cómo ser educador sin tener una utopía?

::: Apéndice

Relación de disertaciones y tesis recientes

Innumerables disertaciones y tesis de maestría y doctorado, centradas en la etnomatemática, han sido defendidas en Brasil y en el exterior. Algunas se mencionaron en los capítulos anteriores.

El banco de datos organizado por Dario Fiorentiní, del CEMPEM, de la Facultad de Educación de la Unicamp, es lo que más se aproxima a una relación de publicaciones completa, en Brasil. El Compendium-Newsletter de el ISGEm tiene noticias de aquellas presentadas en universidades fuera de Brasil. Difícilmente sería posible hacer una relación exhaustiva de las disertaciones y tesis, aun de Brasil.

Se debe mencionar el esfuerzo de Mónica Ravelo para organizar esta información. Con la colaboración de María do Carmo Domite. coordinadora del Grupo de Estudios e investigaciones en Etnomatemática/GEPEm, de la Facultad de Educación de la Universidad de Sao Paulo, y de Mary Lúcia Guimaraes Pedro y de Andréia Lunkes Conrado, ambas integrantes del grupo, fue posible reunir los resúmenes, en portugués y en inglés, de las tesis y disertaciones defendidas en universidades brasileñas, y publicar esta colección en forma de libro, *Pesquisa em etnomatemática,* editad.a por la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nova de

Lisboa (2002) y, también, disponible en el sitio: <http//www.fe.unb.br/ etnomatematica/resumosdeteses.htm>.

Las siguientes tesis y disertaciones están descritas, indicando la institución, el director(a), año de defensa y resumen bilingüe.

Acioly-Regnier, Nadja Maria, "A lógica matemática do jogo do bicho: compreensáo ou utilízacáo de regras?" (La lógica matemática del juego del bicho: ¿comprensión o utilización de reglas?).

De Carvalho Barba, Marcelo, "Um estudo de etnomatemática: sua incorporacáo na elaboracáo de urna proposta pedagógica para o núcleo escala da favela da Vila Nogueíra-Sáo Quirino" (Un estudio de etnomatemática: su incorporación en la elaboración de una propuesta pedagógica para el núcleo escolar de la favela de la Vila Nogueira-Son Quirino).

Correia Pinto de Abreu, Guida Maria, "O uso da matemática na agricultura: o caso dos produtores de cana-de-acúcar" (El uso de la matemática en la agricultura: el caso de los productores de caña de azúcar).

Granda, Neiva Ignés, "A matemática na agricultura e una escola" (La matemática en la agricultura y en la escuela).

Cario de Buriasco, Regina Luzia, "Matemática de fora e de dentro da escala: do bloqueio a transícáo" (Matemática de fuera y de dentro de la escuela: del bloqueo a la transición).

Calazans Souza, Angela, "Educacáo matemática na alfabetízacáo de adultos e adolescentes segundo a proposta pedagógica de Paulo Freire" (Educación matemática en la alfabetización de adultos y adolescentes siguiendo la propuesta pedagógica de Paulo Freire).

Nobre, Sérgio, "Aspectos Sociais e Culturais no Desenho Curricular da Matemática" (Aspectos Sociales y Culturales en el Diseño Curricular de Matemáticas).

Carvalho, Nelson L. C., "Etnomatemática: o conhecimento matemático que se constrói na resistencia cultural" (Etnomatemática:

el conocimiento matemático que se construye en la resistencia cultural).

Caldeira, Ademir Donizeti, "Urna proposta pedagógica em etnomatemática na zona rural da Fazenda Angélica em Rio Claro-Sao Paulo" (Una propuesta pedagógica en etnomatemática en la zona rural de la Hacienda Angélica en Río Claro-San Pablo).

Pompeu, Geraldo, "Trazendo a Etnomatemática para o Currículo escolar. Urna ínvestigacáo das atitudes dos professores e da aprendizagem dos alunos" (Incorporando la Etnomatemática al Currículo Escolar. Una investigación de las actitudes de los profesores y del aprendizaje de los alumnos).

Leal Ferreira, Mariana Kawall, "Da Origem dos homens â conquista da escrita: um estudo sobre povos indígenas e educacáo escolar no Brasil" (Del origen de íos hombres a la conquista de la escritura: un estudio sobre los pueblos indígenas y la educación escolar en Brasil).

Clareto, Sonia Maria, ".ACrianr;:a e seus Mundos: Céu Terra e Mar no olhar de enancas da comunidade cateara de Camburi (SP)" (El Niño y sus Mundos: Cielo, Tierra y Mar en la mirada de los niños de la comunidad calcara de Camburi [SP]).

Goncalves Costa, Wanderleya Nára, "Os ceramistas do Vale do Jequitínhonha" (Los alfareros del Valle de Jequitinhonha).

Neelernan, Willem, "Ensino de Matemática em Mocambique e sua relacáo com a cultura 'tradícional" (Enseñanza de Matemática en Mozambique y su relación con la cultura "tradicional").

Correia Pinto de Abren, Guida Maria, ".A relacáo entre a matemática de casa e da escala numa comunidade rural no Brasil" (La relación entre la matemática de la casa y de la escuela en una comunidad rural en Brasil).

Acioly-Regnier, Nadja Maria, "A justa medida: um estudo das competencias matemáticas de trabalhadores da cana de acúcar do nordeste do Brasil no domínio da medida" (La justa medida: un estudio de las competencias matemáticas de los trabajadores de la caña de azúcar del nordeste de Brasil en el dominio de la medida).

Knijnik, Gelsa, "Matemática, Educacáo e Cultura na luta pela terra" (Matemática, Educación y Cultura en la lucha por la tierra).

Rodrigues Mendes, Jackeline, Descompassos na interacáo Professor-Aluno na aula de matemática em contexto indígena" (Inestabilidades en la interacción profesor-alumno en la clase de matemática en el contexto indígena).

López Bello, Samuel Edmundo, "Educacáo Matemática Indígena: um estudo etnomatemático com os índios Guarani-Kaiova do Mato Grosso do Sul" (Educación Matemática Indígena: un estudio etnomatemático con los indios pescadores de litoral. Guarani-Kaiova de Mato Grosso do Sul).

De Mattos Marafon, Adriana César, "A influencia da família na aprendizagem da Matemática" (La influencia de la familia en el aprendizaje de la Matemática).

Femandes de Freitas, Franceli, "A forrnacáo de professoras da Ilha de MareBahia" (La formación de profesoras de la isla de Maré-Bahia).

Scandiuzzi, Pedro Paulo, "A dínámíca da contagem de Lahatua Otomo e suas ímplícacóes educacionais: urna pesquisa em etnomatemática" (La dinámica de las cuentas de Lahatua Otomo y sus implicaciones educativas: una investigación en etnomatemática).

Monteiro, Alexandrina, "Etnomatemática: as possibilidades pedagógicas num curso de alfabetízacáo para trabalhadores rurais assentados" (Etnomatemática: las posibilidades pedagógicas en un curso de alfabetización para trabajadores rurales establecidos).

Oliveira, Cláudio José de, "Matemática escolar *e* práticas sociais no cotidiano da vila Fátima: um estudo etnomatemático" (Matemática escolar y prácticas sociales en la cotidianidad de la villa Fátima: un estudio etnomatemático).

Granda, Neiva Ignés, "O campo conceitual de.espaco na escala e em outros contextos culturaís" (El campo conceptual de espacio en la escuela y en otros contextos culturales).

Nunes Amancio, Chateaubriand, os Kanhgág da hacia do Tíbagí, "Um estudo etnomatemático em comunidades indígenas" (Un estudio etnomatemático en comunidades indígenas).

Amoroso Anastácio, Maria Queiroga, "Tres ensaios numa articulacáo sobre a racionalidade, o carpo e a educacáo na Matemática" (Tres ensayos articulados sobre la racionalidad, el cuerpo y la educación en Matemática).

Lucas de Oliveira, Helena Dória, "Atividades Produtivas do Campo, Etnomatemática e a Educacáo do Movimento Sern Terra" (Actividades productivas del campo, etnomatemática y la educación del movimiento de los de sin tierra).

Scandiuzzi, Pedro Paulo, "Educacáo Indígena X Educacáo Escolar Indígena: urna relacáo etnocida em urna pesquisa etnomaternátíca" (Educación Indígena X Educación Escolar Indígena: una relación etnocida en una investigación etnomatemática).

López Bello, Samuel Edmundo, "Etnomatemática: relacóes e tens6es entre as distintas formas de explicar e conhecer" (Etnomatemática: relaciones y tensiones entre las diferentes formas de explicar y conocer).

Halmenschlager, Vera Lúcia da S., "Etnia, raca e desigualdade educacional: Urna abordagem etnomatemática no ensino médio noturno" (Etnia, raza y desigualdad educativa: Un acercamiento etnomatemático en la enseñanza media nocturna).

De Mattos Marafon, Adriana César, "Vocacáo Matemática como Reconhecimento Académico" (Vocación matemática como reconocimiento académico).

Coppe de Oliveira, Cristiane, "Do Menino 'Julinh' a 'Malba Tahan': Urna viagem pelo Oásis do Ensino da Matemática" (Del niño "[ulinh" a la "Malba Tahan": Un viaje por el oasis de la enseñanza de la Matemática).

Wanderer, Fernanda, "Educacáo de Jovens e Adultos e produtos da mídia: possibilidades de um processo pedagógico etnomatemático" (Educación de jóvenes y adultos y los productos de los medios de comunicación social: posibilidades de un proceso pedagógico etnomatemático).

Giongo, leda Maria, "Educacáo e producáo do calcado em tempos de globalízacáo: um estudo etnomatemático" (Educación y producción de calzado en tiempos de globalización: un estudio etnomatemático).

Rodrigues Mendes, Jackeline, "Ler, Escrever e Contar: Práticas de Numeramento-Letramento dos Kaiabi no Contexto de Formacáo de Professores Índios do Parque Indígena do Xíngu" (Leer, escribir y contar: Prácticas de numeración-Deletreo de los Kaiabi en el contexto de la formación de profesores indios del parque indígena del Xingu).

De Albuquerque Vianna, Márcio, "A escolada Matemática e a escola do samba: um estudo etnomatemático pela valorizacáo da cultura popular no ato cognitivo" (La escuela de la Matemática y la escuela de la samba: un estudio etnomatemático para la valorización de la cultura popular en el acto cognitivo).

Schmitz, Carmen Cecilia, "Caracterizando a matemática escolar: um estudo na Escola Bom Fim" (Caracterizando la matemática escolar: un estudio en la Escuela Bom Fim).

Bandeira, Francisco de Assis, "A cultura de hortalícas e a cultura matemática em Gramorezinho: urna fertilidade sociocultural" (La cultura de las hortalizas y la cultura matemática en Gramorezinho: una fertilidad sociocultural).

Chieus Junior, Gilberto, "Matemática calcara: Etnomatemática contribuindo na formacáo docente" (Matemática calcara; Etnomatemática contribuyendo en la formación docente).

Rodrigues de Lucena, Isabel Cristina, "Carpinteiros Navais de Abaetetuba: etnomatemática navega rios da Amazonia" (Carpinteros Navales de Abaetetuba: etnomatemática navegando ríos de la Amazonia).

::: Bibliografía

Acioly, N. M., "A lógica do jogo do bicho: compreensáo ou utílízacáo de regras?", tesis de maestría, Recife, Universidad Federal de Pernambuco, Programa de Psicología Cognitiva, 1985.

Akizuki, Yasuo, "Proposal to I. C. M. I.", *L'Enseignement mathématique,* t. V, fase. 4, 1960.

Albanese, Denise, *New Sience, New World,* Durham, Duke University Press, 1996.

Alberoni, Francesco, *Génese. Como se criam* os *mitos,* os *valores e as instituicñes da ctvilizaciio ocidental,* trad. Mario Fondelli, Río de Janeiro, Rocco, 1991 (ed. orig.1989).

Alighiero Manacorda, Mario, *História da educacáo. Da antiguidade aos nossos días,* trad. Gaetano Lo Monaco, Sao Paulo, Cortez, 1996.

Ascher, Márcia y RobertAscher, *Codeofthe Quipus:A Study in Media, Mathematics and Culture,* Ann Arbor, The University of Michigan Press, 1981.

Bonotto, Cinzia, "Sull' uso di artefatti culturali nell' insegnamento-apprendimento della matematica/ Aboutthe Use ofCulturalArtifacts in the Teaching-Learning of Mathematics", *L'Educazione Matematica,* año XX, vol. 1 (2), 1999.

Borsato, José Carlos, "Urna experiencia de íntegracáo curricular: projeto áreas verdes", disertación de maestría en Enseñanza de las Ciencias y Matemática, Unicamp/oEA/MEC, 1984.

1:urtl1::e:-rnrth, Brian, *What Counts. How Every Brain* is *Hardwiredfor Math,* Nueva York, The Free Press, 1999.

Carraher, Terezinha, David Carraher, Analúcia Schliemann, *Na vida dez, na escala zero,* Sao Paulo, Cortez, 1988.

Cassen, Bernard, Liérn Hoang-Ngoc, Pierre-Andre Imbert (coords.), *Contre la dictature des marchés,* París, ATTAC/La Dispute/Syilepse/VO éditions, 1999.

Céline, Louís-Ferdinand, *Viagem ao fim da noite,* trad. Rosa Freire D' Aguiar (orig.1932), Sao Paulo, Companhia das Letras, 1994.

Chouraqui, André, *No Princípio [Génesis],* trad. Carlina Azevedo, Río de Janeiro, Imago, 1995.

Closs, Michael P. (ed.), *Native Americans Mathematics,* Austin, University ofTexas Press, 1986.

Coménio, J. A., "Introducáo', en *Didáctica Magna. Tratado da arte universal de ensinar tudo a todos* [ed. orig. 1656], trad. y notas de Joaquim Ferreira Gomes, Fundacáo Calouste Gulbenkian, 1966.

Corio de Buriasco, Regina Luzia, "Matemática de fora e de dentro da escala: do bloqueio â transicáo", disertación de maestría, Río Claro, Instituto de Geociencias y Ciencias Exactas, UNESP, 1989.

Covello, Sergio Carlos, *Comenius. A construcéo da pedagogia,* Sao Paulo, Comenius, 1999.

D'Ambrosío, Ubiratan, *A era da consciencia,* Sao Paulo, Fundacáo Peirópolis, 1997.

———, "A Historiographical Proposal for Non-western Mathematícs", en Helaine Selin (ed.), *Mathematics Across Cultures. The History of Non-western Mathematics,* Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000.

----, "A matemática na época das grandes navegacóes e início da colonízacáo'; *Revista Brasileira de História da Matemática,* vol. l, **núm.** 1, 2001.

----, "Diversity, Equity, and Peace: From Dream to Realíty", en Janet Trentacosta y Margaret J. Kenney (eds.), *Multicultural and Gender Equity in the Mathematics Classroom. The Gifto/Diversity 1997,* Reston, Yearbook of the NCTM/National Council of Teachers of Mathematics, 1997.

_____, *Educaciio para uma sociedade em transiciio.* Campinas, Papirus, 1999.

_____, "Ética ecológica. Urna proposta transdisciplinar" en Paulo Freire Vieira y Maurício Andrés Ribeiro (orgs.), *Ecología Humana, Ética e Educacáo. A Mensagem de Pierre Danserau,* Porto Alegre/Florianópolis, Pallotti/ APEO, 1999.

———, *Etnomatemática. Arte ou técnica de explicar e conhecer,* Sao Paulo, Ática, 1990.

_____, "Mathematics and Peace: Our Responsibilitíes', *Zentralblattftir Didaktik der Mathematík/ZDM,* año 30, vol. 3, junio, 1998.

_____, *Severa/ Dimensions of Science Education. A Latín American Perspective,* Santiago, CIDE/Reduc, 1990.

_____ (org.), O *Ensino de Ciencias e Matemática na América Latina,* Campinas, Editora da Unicamp/Papirus, 1984.

————, "On Environmental mathematics education", *Zentralblattftir Didaktik der Mathematík/ZDM,* núm. 6, 1994.

_____, "Teoría das catástrofes: Um estudo em sociología da ciencia", *THOT. Urna Publicacéo Transdisciplinar da Associac;ao Palas Athena,* núm. 67, 1997.

_____, "The Cultural Dynamics of the Encounter of Two Worlds after 1492 as Seen in the Development of Scientific Thought', *Impact of Science on Society,* núm. 167, vol. 42/3, 1992.

D' Ambrosio, Ubiratan y Marianne Marmé, "Mathernatics, Peace and Ethics. An Introduction, *Zentralblatt_ftir Didaktik der Mathematik/ZDM,* año 30, vol. 3, junio, 1998.

Da Cámara Cascudo, Luis, *História da olimentacso no Brasil,* Sao Paulo, Colecáo Brasiliense, 196 7.

De Campos Almeida, Manoel, *Origens da Matemática,* Curitiba, Editora Universitária Champagnat, 1998.

De Carvalho Borba, Marcelo, "Um estudo de Etnomatemática: Sua incorporacáo na elaboracáo de urna proposta pedagógica para o Núcleo Escola da favela da Vila Nogueira/Sáo Quiríno", disertación de maestría, Río Claro, Instituto de Geociencias y Ciencias Exactas, UNESP, 1987.

De Mattos Marafon, Adriana César, *A influencia dafamília na aprendizagem da matemática,* disertación de maestría, Río Claro, Instituto de Geociencias y Ciencias Exactas, UNESP, 1996.

Devlin, Keith, *Goodbye, Descartes: The End of Logic and the Search far a New Cosmology of the Mind, Nueva* York, John Wiley & Sons, 1997.

Domingos, Ana Maria, Helena Barradas, Helena Rainha e Isabel Pestana Neves, *A Teoría de Bernstein em Sociología da Educacáo,* Lisboa, Fundacáo Calouste Gulbenkian, 1986.

Dreifus, Claudia, "Do Androids Dream? M. I. T. is Working on It (A Conversation with Anne Foerst)", *The New York Times,* 7 de noviembre, 2000.

Eglash, Ron, *African Fractals. Modern Computing and Indigenous Desiqn,* New Brunswick, Rutgers University Press, 1999.

----, 'Anthropological Perspectives on Ethnomathematics", en Helaine Selin (ed.), *Mathematics Across Cultures. The History of Non-Western Mathematics,* Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2000.

Engquist, Björn y Wilfried Schmidt (eds.), *Mathematics Unlimited-2001 and Beyond,* Berlín, Springer-Verlag, 2001.

Estrella, Eduardo, *El pan de América. Etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador,* Madrid, Centro de Estudios Históricos, 1986.

Flandrin, Jean-Louis y Massimo Montanari (orgs.), *História da alimentarao,* trad. Luciano Vieira Machado e Guílherme [oáo de Freitas Teixeira, 2a. ed., Sao Paulo, Estacáo Liberdade, 1998 (ed. orig. 1996).

Frankenstein, Marilyn, *Relearning Mathematics. A Different Third R-Radical Mathematics,* Londres, Free Association Books, 1989.

Gerbi, Antonello, *O novo mundo. História de urna polemica {1750-1900),* trad. Bernardo Joffily (orig.1996), Sao Paulo, Companhia das Letras, 1996.

Gerdes, Paulus, *Sobre o despertar do Pensamento geométrico,* Curitiba, Editora da UFPR, 1992.

Gopnik, Alisan, Andrew N. Meltzoff y Patrícia K. **Kuhl,** *The Scientist in the Crib. Minds, Brains, and How Children Learn,* Nueva York, William Morrow and Company, 1999.

Heródoto, *História,* trad. Mário da Gama Kury, Brasília, Universidade de Brasília, 1985.

Humboldt, Alexander von, *Cosmos. A Sketch of the Physical Descríptíon ofthe Universe,* 2 vols., tr. E. C. Otté (1858; orig. 1845-1862), Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1997.

Knijnik, Gelsa, *Exclusiio e resistencia. Educaciio matemática e legitimidade cultural,* Porto Alegre, Artes Médicas, 1996.

Lakatos, lmre y Paul Feyerabend, *For and Agaínst Method: Including Lakato's Lectures on Scientiftc Method and the Lakatos-Feyeraberul Correspondence,* introducción de Matteo Motterlini, Chicago, The University of Chicago Press, 1999.

Leal Ferreira, Mariana Kawail, *Madikauku.* Os *Dez Dedos da Miio. Matemática e Pavos Indígenas do Brasil,* Brasília, MEC/SEF,1998.

López Bello, Samuel, "Etnornatemática: relaciñes e tensóes entre as distintas formas de explicar e conhecer", tesis de doctorado, Campiñas, Facultad de Educación de la Unicamp, 2000.

Malba, Tahan, O *jogo do bicho a luz da matemática,* Curitiba, Grafipar, s/d [após 1975].

Marcale, Jean, *La grande déesse: Mythes et sanctuaires,* París, Albín Michel, 1997.

Maturana Rornesin, Humberto, "The Effectiveness of Mathematical Formalisms', *Cybernetics & Human Knowinq,* vol. 7, núms. 2-3, 2000.

McNeill, William H., "Passing Strange: The Convergence of Evolutionary Science with Scientific History', *History and Theory,* vol. 40, núm. 1, febrero, 2001.

Monteiro, Alexandrina, "Etnomatemática: as possibilidades pedagógicas num curso de alfabetizacáo para trabalhadores rurais assentados", tesis de doctorado, Campiñas, Facultad de Educación de la Unicamp, 1998.

Neeleman, Wilhelm, "Ensino de Matemática em Mocambíque e sua relacáo com a cultura tradicional", disertación de maestría, Río Claro, Instituto de Geociencias y Ciencias Exactas, UNESP, 1993.

Nobre, Sergio R., "Aspectos sociais e culturaís no desenho curricular da matemática", disertación de maestría, Río Claro, Instituto de Geociencias y Ciencias Exactas, UNESP, 1989.

Nunes Amáncio, Chateaubriand, "Os Kanhgág da Bacia do Tibagi: Um estudo etnomatemático em comunidades Indígenas", disertación de maestría, Río Claro, Instituto de Geocíencias y Ciencias Exactas, UNESP, 1999.

Oliveras, María Luisa, "Etnomatemátícas en trabajos de artesanía andaluza. Su integración en un modelo P.ara la formación de profesores y en la innovación del currículo matemático escolar", tesis de doctorado, España, Universidad de Granada, 1995.

——--, *Etnomatemáticas. Formación de profesores e innovación curricular,* Granada, Comares, 1996.

Pekonen, Osmo, "Gerbert of Aurillac: Mathematicían and Pope", *The Mathematical !ntelligencer,* vol. 22, núm. 4, 2000.

Pompeu Jr., Geraldo, "Bringing Ethnomathematics into the School Currícula: Na Investigation of Teachers Attitude and Pupils Learning", tesis de doctorado, Departmento de Educación, Uníversity of Cambridge, 1992.

PovinelJi, Daniel J., *Folk Physicsfar Apes. The Chimpanzee's Theory of How the World Works,* Oxford, Oxford University Press, 2000.

Powell, Arthur B. y Marilyn Frankenstein (eds.), *Ethnomathematics. Challenging Eurocentrism in Mathematics Education,* Albany, SUNY Press, 1997.

Principies and Standards for School Mathematics, Restan, National Council of Teachers of Mathematics, 2000.

Ralston, Anthony, "Let's Abolish Pencil-and-Paper Arithmetic",*journal of Computers in Mathematics and Science Teaching,* vol. 18, núm. 2, 1999, pp.173-194.

Ríchards, E. G., *Mappinq Time. The Calendar and Jts History,* Oxford, Oxford University Press, 1998.

Rojas Rabiela, Teresa y William T. Sanders, *Historia de la agricultura. Época prehispánica-siglo XVI,* México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1985.

Sacks, Oliver, *Um antropólogo em Marte. Sete histórias paradoxais,* trad. Bernardo Carvalho, Sao Paulo, Companhia das Letras, 1995.

Salvador, Frei Vicente do, *História do Brasil 1500-1627,* revista por Capistrano de Abreu, Rodolfo Garcia y Frei Venáncío Willeke, OFM, Sao Paulo, Melhoramentos, 1965.

Sebastiani Ferreira, Eduardo, *Etnomatemática. Urna proposta metodológica,* Série Reflexáo em Educacáo Matemática, vol. 3, Río de Janeiro, Universida de Santa Úrsula, 1997.

Selin, Helaine (ed.), *Mathematics Across Cultures. The History of Non-Western Mathematics,* Dordrecht, Kluwer Academic Publíshers, 2000.

Shockey, Tod L., "The Mathematical Behavior of a Group ofThoracic Cardiovascular Surgeons", disertación de doctorado, Charlottsville, Curry School of Education, University ofVirginia, 1999.

Silva D'Ambrosio, Beatriz, "Formacáo de Professores de Matemática para o século xxr: o Grande Desafio", *Pro-Posicoes,* vol. 4, núm. l [10], marzo, 1993.

Spengler, Oswald, *A decadencia do ocidente. Esboce de urna morfología da História Universal,* edición condensada por Helniut Werner, trad. Herbert Caro (orig. 1959), Río de Janeiro, Zahar, 1973.

Stevens, Anthony C., Janet M. Sharp y Becky Nelson, "The Intersection of Two Unlikely Worlds: Ratios and Drums", *Teaching Children Mathematics,* vol. 7, núm. 6, febrero, NCTM, 2001.

Vergani, Teresa, *Educaciio Etnomatemática: o que é?,* Lisboa, Pandara, 2000.

Villa, Maria do Carmo, "Conceptions manifestées par les élevés dans une épreuve de simulation d'une situation aléatoire réalisée au mayen d'um matériel concret", tesis doctoral, Québec, Canadá, Facultad de Ciencias de la Universidad Laval, 1993.

Weng, Juyang, James McClelland, Alex Pentland, Olaf Sporns, Ida Stockman, Mriganka Sur, Esther Thelen, "Autonornous Mental

Development by Robots and Machines", *Science,* vol. 291, 26 de enero de 2001.

Zaslavsky, Claudia, *A/rica Counts. Number and Pattern in African Cultures,* 3a. ed., Chicago, Lawrence Hill Books, 1999.

Filmes/Videos

La Guerra del Fuego [La Guerre du feu], dir. Jean-Jacques Annaud, 1982.

Atlántico Negro-Na Rota dos Orixás, dir. Renato Barbieri, Itaú Cultural e Vídegrafia, 1998.

Belleza Americana [American Beauty], dirs. Sam Mendes, 1999.

Gunga Din, dir. George Stevens, 1939.

Kids, dir. CaryWoods, 1995.

Matrix [The Matrix), dir. Andy y Larry Wachovsky, 1999.

0 Cacador de Andróides [Blade Runner], dir. Ridley Scott, 1991 [orig. 1982].

0 *Homem que Virou Suco,* dir. Ioáo Batista de Andrade, 1981.

Sitios electrónicos

http://sites.uol.eom.br/vello/ ubi.htm

http://www.rpi.edu/-eglash/ísgem.htm

http://chronícle.com/ colloquy/2000 / ethnomath/ ethnomath.htm

http://www.fe.unb.br/ etnomatematica

Etnomatemáticas
Entre las tradiciones y la modernidad

Esta obra se termino de imprimir en el mes de Julio del 2013. En los talleres de Programas Educativos. S.A. de C.V. con domicilio en Calzada de Chabacano No. 65 local A Col. Asturias, Del. Cuahutemoc C.P. 06850 México D.F.

Tiraje 1000 **ejemplares.**